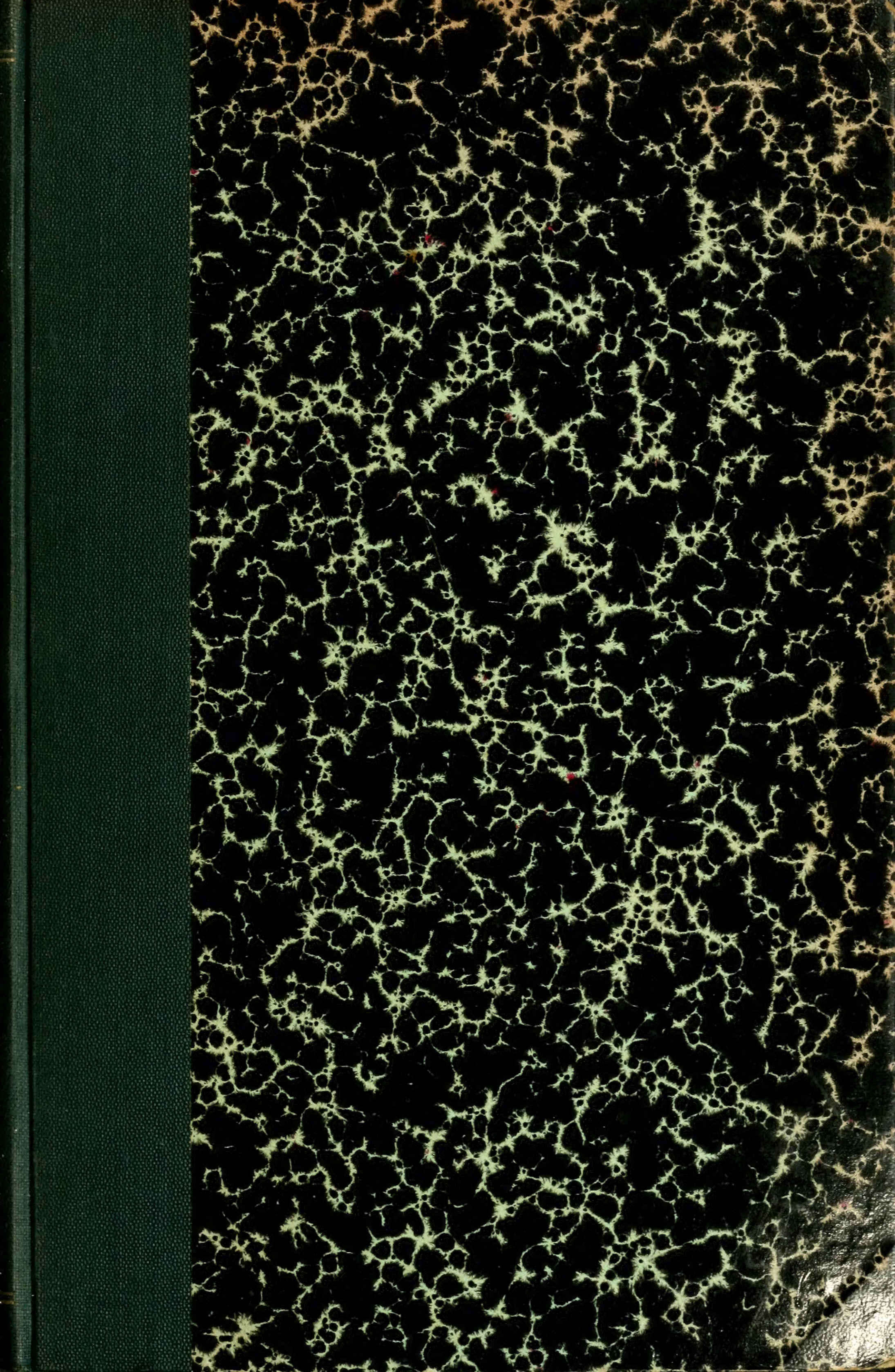
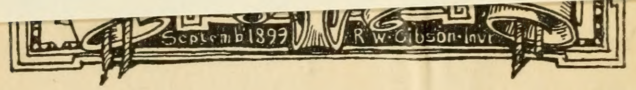



Septemb 1899
R W Gibson Invr

ARCHIVES

DES

SCIENCES PHYSIQUES ET NATURELLES

Genève. — Impr. Rey & Malavallon, 18, Pélisserie
précédemment Aubert-Schuchardt.

BIBLIOTHÈQUE UNIVERSELLE

ARCHIVES

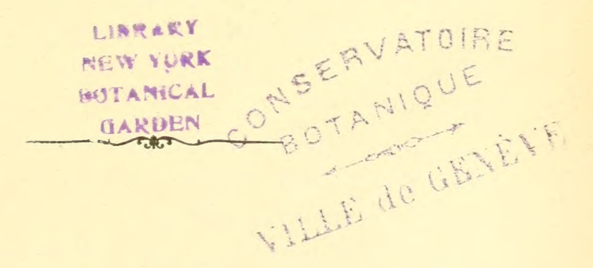
DES

SCIENCES PHYSIQUES ET NATURELLES

CENT QUATRIÈME ANNÉE

QUATRIÈME PÉRIODE

TOME SEPTIÈME



GENÈVE

BUREAU DES ARCHIVES, RUE DE LA PÉLISSERIE, 18.

LAUSANNE — G. BRIDEL ET Cie — Place de la Louve, 1

PARIS — G. MASSON — Boulevard St-Germain, 120

Dépôt pour l'ALLEMAGNE, GEORG & Cie, A BALE

1899

SUR LA CAUSE
DE
L'ABSENCE DE COLORATION
DE
CERTAINES EAUX LIMPIDES NATURELLES

PAR

W. SPRING.

Il est aujourd'hui reconnu, à suffisance de preuve, que l'eau pure n'est pas incolore, mais *bleue.* Cela étant, la couleur d'azur de l'océan et de certains lacs n'a plus rien que de très naturel, alors même que le mécanisme de la réflexion de la lumière du jour, au sein des eaux, n'est pas encore connu d'une manière satisfaisante.

L'apparition de la *couleur verte* dans certaines eaux limpides, trouve, à son tour, une explication simple dans la présence d'*un trouble* dans l'eau, trouble doué de la propriété de laisser passer plus facilement les rayons jaunâtres. Si ce trouble était suspendu dans un liquide absolument incolore, le milieu nous paraîtrait jaunâtre, ou brun jaunâtre, selon l'épaisseur du trouble, mais l'eau étant bleue et non incolore, la couleur du trouble se composera pour notre œil, avec la couleur fondamentale de l'eau et nous percevrons la *sensation du vert*: la nuance en sera

plus ou moins pure, selon les cas. La matière constituant le trouble pourra être incolore par elle-même, mais le plus souvent elle sera colorée, ainsi que je l'ai dit dans un article récent sur le rôle des composés ferriques et des matières humiques dans le phénomène de la coloration des eaux[1].

Si l'on s'en tenait aux faits qui viennent d'être rappelés, il faudrait, nécessairement, que toute eau naturelle limpide, fût ou bleue, ou verte, dès qu'elle se présenterait en masse suffisante, c'est à dire en couche d'environ un mètre d'étendue et cela, sans que la profondeur doive être notable : on le voit bien dans nombre de rivières et même de ruisseaux.

L'observation nous apprend cependant que cette conclusion est très souvent en défaut : il y a des eaux limpides qui sont absolument incolores. Je signalerai surtout l'eau de l'Amblève, de l'Ourthe, dans les parties de leurs cours où ces rivières ne sont pas souillées par l'industrie. Probablement en serait-il de même de l'eau de toutes nos rivières et de nos ruisseaux belges si ceux-ci n'étaient pas contraints d'aider les industriels dans leur travail. Plus généralement, on peut dire que les cours d'eau dont l'origine n'est pas dans la région des neiges perpétuelles et des glaciers, n'ont qu'exceptionnellement une couleur bleue; souvent ils ont une teinte verte, mais plus souvent encore ils sont incolores ou d'un aspect plus ou moins sombre dans leurs parties profondes.

C'est cette absence de couleur ou, si l'on préfère, cette discontinuité du phénomène de coloration, qui fait la grande difficulté du problème qui nous occupe. Berzélius

[1] *Archives des sciences phys. et nat.*, t. V, p. 5. 1898.

a déjà appelé l'attention sur ce point lorsqu'il a rendu compte en 1828[1] d'un travail que H. Davy avait fait sur la question de la couleur de l'eau, travail dans lequel le célèbre chimiste anglais démontrait, pour la première fois, que l'eau pure est bleue. Les remarques de Berzélius sont si frappantes qu'il y a tout lieu de les reproduire *in-extenso*. Je traduis textuellement :

« Sans vouloir contester la justesse de cette explication « (celle de Davy), je ne puis me déclarer convaincu de « son exactitude, car s'il en était ainsi (si l'eau était bleue), « il devrait y avoir quelque chose en état de lui enlever « sa couleur. On sait que le lac de Wettern, en Suède, « a une couleur plus claire que celle que l'on observe d'or- « dinaire dans d'autres lacs. Sur les rives très escarpées, « au pied de l'Omberg, le fond du lac est formé de bandes « de roches calcaires dénudées. Quand l'eau est cal- « me et que le soleil donne, on peut encore distinguer « des objets sur le fond, à 32 pieds de profondeur, sans « que l'œil ne découvre le moindre vestige de bleu : tout « est clair et incolore comme si on regardait à travers un « fragment de cristal. A cette profondeur la couleur bleue « du lac de Genève aurait absorbé toute la lumière et « combien l'eau de la Motala ne diffère-t-elle pas, à sa « sortie du lac de Wettern, de l'eau du Rhône où celui- « ci s'échappe du lac de Genève. Les petits lacs de Da- « larna, que traverse la rivière Fahlu, se distinguent par « la pureté de leurs eaux qui ne sont troublées par aucun « réactif et cependant ces eaux ne montrent pas non plus, « quand on les regarde en masse, la moindre pointe de « bleu ou de vert. Il reste donc toujours à répondre à la

[1] *Jahresbericht für Chemie*, etc., t. IX, p. 207.

« question de savoir pourquoi l'eau pure des glaciers est « si fortement bleue déjà à deux pieds de profondeur, « tandis qu'il existe d'autres eaux pures n'ayant aucune « couleur, même en masse profonde. »

J'ai tenu à m'assurer si l'aspect du lac de Wettern répond encore aujourd'hui aux observations de Berzélius. Je dois à l'obligeance de M. le prof. O. Pettersson, de Stockholm, les renseignements suivants, qui émanent de personnes connaissant bien ce lac : « D'après M. L. Olin, « avocat, qui est originaire d'une des îles du lac, l'eau est « claire comme du cristal (*Krystallclar*), au point qu'il « n'est pas possible de définir sa couleur. Ce jugement « se base sur ce fait que par un temps calme on distingue « nettement de petits objets à de grandes profondeurs. « M. Olin a plongé souvent, aussi profondément que « possible, et il a vu, chaque fois, les objets placés au- « dessus de la surface de l'eau, *avec leur couleur naturelle.* « Quand le ciel est nuageux, la surface de l'eau est grise ; « avec soleil, elle est bleue ou verte. » D'autre part, M. Lindberg, qui a navigué sur le lac pendant de nombreuses années en sa qualité de capitaine d'un bateau à vapeur, a fourni les mêmes renseignements sur la clarté de l'eau, surtout pour la partie *nord* du lac près de sa décharge dans la Motala. Mais l'eau n'est claire et transparente que là où le fond est de sable ou de pierre. M. Lindberg dit que l'on peut compter alors les cailloux à une profondeur de 12 à 14 pieds, et il ajoute qu'il est parfois impossible de voir à travers l'eau du lac, même quand le soleil donne, et cela aux endroits où l'eau est, à d'autres moments, complètement transparente. M. Lindberg attribue la cause de ce phénomène *aux courants* qui se produisent quelquefois dans les couches profondes.

Enfin, M. Witt, assistant de M. Pettersson, a constaté, à l'occasion de sondages entrepris dans le lac de Wettern, que la transparence n'est pas toujours la même et que la couleur change par places, surtout avec l'intensité de l'éclairage.

En résumé, si l'observation de Berzélius n'est pas controuvée, il n'en est pas moins vrai que l'absence de coloration du lac n'est pas constante.

On doit donc chercher la cause dans l'action variable d'un facteur étranger à l'eau. L'objet de la présente note est de répondre à la question de Berzélius, tout en tenant compte des variations d'aspect que les eaux peuvent offrir.

On le verra, la solution du problème est d'une simplicité étonnante : elle s'adapte entièrement à l'explication que j'ai donnée de l'apparition de la *couleur verte* dans certaines eaux, car elle n'est qu'une conséquence nécessaire de la présence d'un trouble réel d'espèce déterminée. Elle peut donc être regardée comme la confirmation des considérations que j'ai fait valoir sur le problème de la couleur des eaux.

Voici le fait nouveau et ses relations avec les observations antérieures :

J'ai montré, il y a un an[1], l'influence de *l'hydrate ferrique colloïdal* sur la couleur de l'eau : il suffit que celle-ci en renferme moins d'un dix-millionième de son poids pour paraître *verte* : une proportion plus forte du composé ferrique la rend de plus en plus jaune. Si les eaux de la nature ne sont pas toutes *jaunes ou brunes* en raison de leur titre en fer, c'est que les composés de fer qu'elles

[1] *Loc. cit.*

renferment ne sont pas à l'état *ferrique*, mais qu'ils sont continuellement ramenés à l'état *ferreux* par l'action combinée des matières humiques et de la lumière solaire. Le pouvoir colorant des sels ferreux est sans importance relativement à celui des composés ferriques.

Plus récemment[1] j'ai fait voir, à l'occasion de recherches sur les matières colorantes des terrains de sédiment et sur l'origine probable des roches rouges, que l'hydrate ferrique qui a échappé à l'action réductrice des matières humiques, perdait lentement son eau d'hydratation au sein des sédiments et, passant alors de la couleur jaune d'ocre au rouge vineux, il colorait les roches et les terrains en rouge comme si celles-ci en avaient été saupoudrées.

Or, si l'on fait macérer, à chaud, une roche rouge (du schiste dévonien, par exemple) dans une solution concentrée de potasse caustique que l'on renouvelle de temps en temps, on arrive, au bout de quelques semaines, à enlever l'acide silicique de la roche et à ne plus avoir qu'une boue formée de sable plus ou moins fin auquel se trouvent mêlées des particules d'oxyde ferrique (hématite) rouges, d'une ténuité extrême. En lavant la masse à l'eau pure, par décantations répétées, il arrive un moment où la matière colorante rouge ne se dépose plus, même après un repos durant plusieurs mois. On a alors, à l'état concentré, un milieu trouble formé de particules solides d'un rouge vineux et de dimensions si petites qu'il est difficile de les distinguer à l'aide d'un microscope grossissant 150 fois. Ces particules, si ténues, ne sont sans doute rien autre chose que les poussières ferriques de

[1] *Archives des sciences phys. et nat*, t. VI, p. 5, 1898.

l'époque dévonienne rendues à la liberté. En évaporant 10 cc. de ce liquide trouble, dans une capsule en platine, j'ai obtenu un résidu pesant 0 gr. 0125; chaque goutte de mon liquide contient donc approximativement 6 centièmes de milligramme d'oxyde ferrique, en comptant 20 gouttes par centimètre cube.

Eh bien, si l'on mêle à de l'eau pure, bleue, quelques gouttes seulement de ce liquide trouble, la clarté de l'eau n'en paraît pas atteinte, mais si on examine ensuite l'eau sous grande épaisseur (dans un tube de 6 mètres), on constate *la disparition complète de toute couleur bleue*, dans le cas, bien entendu, où la proportion du *trouble* est convenable; le liquide, toujours d'apparence limpide, se montre tout au plus un peu assombri sous cette épaisseur de 6 mètres.

Au lieu de ce trouble ainsi préparé, on peut se servir aussi de celui qui se forme lorsque l'on traite la *carnallite* par l'eau et que l'on élimine le sel dissous à la suite d'un lavage par décantations successives. La préparation est plus commode, mais le trouble est ici moins persistant, parce que l'oxyde ferrique se prend aisément en flocons et qu'il est bien moins fin que celui des roches dévoniennes.

Si la proportion *de trouble* d'oxyde ferrique est trop faible, l'eau conserve une teinte d'un vert jaunâtre rappelant tout à fait certaines eaux naturelles, par exemple, celles de la Meuse en amont de la région industrielle du pays. Il suffit, toutefois, de quantités extraordinairement faibles d'hématite pour supprimer *le bleu* de l'eau. Si la proportion de *trouble* est au contraire trop forte, l'eau se montre de plus en plus sombre jusqu'à devenir o[illegible] (dans le tube de 6 mètres), mais elle ne devient pas rouge

par transparence; le rouge n'apparaît que par la réflexion de la lumière, c'est-à-dire lorsque l'on regarde un tube, non noirci extérieurement, en plaçant l'œil de manière que le rayon visuel *rase* la surface du tube.

Enfin, voici une observation qui est peut-être de nature à fournir quelques renseignements sur la manière optique d'agir des troubles en général.

Pour supprimer la couleur bleue de l'eau, il n'est, naturellement, pas nécessaire de *mêler* la matière troublante au liquide, il suffit que la lumière passant par l'axe du tube de 6 mètres, se soit réfléchie sur un plan enduit de poudre fine d'hématite. Néanmoins, pour réussir, il faut prendre une précaution spéciale qui concerne précisément le point que je désire mettre en évidence.

Si l'on dépose sur un plan de porcelaine blanche, le liquide troublé rouge en quantité telle que la partie de la surface utilisée pour la réflexion de la lumière ne renferme pas plus d'hématite que l'eau pure ne doit en recevoir pour éteindre le bleu, et qu'on laisse sécher, on obtient une surface rosée, qui ne renvoie pas assez de lumière rouge pour supprimer la couleur bleue de l'eau. Ce résultat incomplet démontre donc qu'une réflexion unique à la surface du trouble ne suffit pas pour éteindre le bleu alors que l'effet est cependant complet quand les grains du trouble sont en suspension dans l'eau. Pour réussir il faut, de toute nécessité, déposer sur le plan de porcelaine une couche épaisse d'hématite broyée.

On doit conclure de là que si, dans la nature, la lumière du jour se réfléchissait *seulement une fois* sur la surface des grains du trouble, l'extinction de la couleur bleue nécessiterait un trouble assez fort pour altérer, d'une manière très visible, la transparence de l'eau. Au contraire, si la

lumière *traverse le trouble* à la suite d'un grand nombre de réflexions sur les grains d'hématite, l'extinction du bleu pourra être complète alors que l'eau ne renfermerait pourtant que de rares particules rouges.

Cette remarque répond à une objection que M. R. Abegg a faite à ma manière de voir sur le rôle des *troubles* dans le phénomène de la génération de la *couleur verte* dans les eaux des lacs et des mers[1], quand il dit que la lumière perçue par l'observateur ne traverse pas le trouble, mais qu'au contraire, elle est réfléchie par celui-ci et qu'on doit regarder tout le chemin parcouru par un rayon lumineux dans l'eau, comme tracé dans un milieu exempt de particules réfléchissantes.

Conclusions.

Il résulte des faits précédents que la couleur bleue de l'eau trouve son *complément* dans la couleur de l'hématite.

Une eau tenant en suspension des particules, même invisibles, de cette substance, ne nous donne plus la sensation du bleu sitôt que la proportion des particules d'hématite est en rapport avec l'intensité du bleu.

Les grains microscopiques d'hématite se trouvant répandus dans presque tous les sols, les eaux *terrestres* ne pourront que rarement être des eaux bleues quel que soit d'ailleurs leur degré de pureté ou de limpidité apparente. Au contraire, les neiges des cîmes élevées et les glaciers, ne renferment pas d'hématite. Les poussières cosmiques dont on a signalé parfois la présence dans les champs des neiges perpétuelles, sont, pour la plupart des grains de *fer météorique* doués d'autres propriétés optiques que l'hé-

[1] *Naturwissenschaftliche Rundschau*, t. XIII, p. 169, 1898.

matite et ne pouvant dès lors entrer en compte ici. Les eaux découlant des glaciers et des neiges des hautes cîmes sont donc dans les meilleures conditions pour étaler leur couleur avec le moins d'altération.

Le rôle des composés ferriques dans le phénomène de la coloration des eaux est tout différent selon que ces composés sont à l'état d'*hydrate* ou à l'état *d'oxyde anhydre*. A l'état d'hydrate ils sont jaunes, comme toutes les combinaisons de $Fe_2 O_3$ avec une proportion suffisante d'une combinaison oxygénée non chromogène [1]. Répandus en *minime* proportion dans l'eau, ils ont à lutter avec les *matières humiques*, ou plus généralement, avec les *matières organiques de l'eau*; mais aussi longtemps qu'ils n'ont pas succombé dans la lutte, ils font virer la couleur bleue de l'eau au vert, au moins pour notre œil. Quand, au contraire, les composés ferriques sont à l'état anhydre ils ont une nuance rouge qui compense exactement le bleu de l'eau et ils ne sont plus soumis au travail réducteur des matières organiques. Leur présence se trahit par la suppression de la couleur bleue de l'eau.

Un mot encore.

Si les observations que je viens de faire connaître ne prouvent pas *directement* la présence de particules d'hématite dans les eaux incolores de la nature, elles établissent néanmoins un parallélisme si étroit entre les expériences du laboratoire et les faits de la nature, que je ne puis me défendre de regarder comme fondée la réponse qu'elles apportent à la question déjà posée par Berzélius au sujet des eaux incolores de la Suède.

Liège, Institut de chimie générale, octobre 1898.

[1] Voir mon travail sur les matières colorantes des terrains de sédiment *(loc. cit.)*.

SUR LA

RÉDUCTION DE LA NICOTYRINE

PAR

Amé PICTET et P. CRÉPIEUX.

En 1880, MM. Cahours et Etard, ayant traité la nicotine par le ferricyanure de potassium en solution alcaline, obtinrent une base de formule $C_{10}H_{10}N_2$, qu'ils nommèrent *isodipyridine* afin de faire ressortir la relation de polymérie qu'elle présentait avec la pyridine C_5H_5N.

L'étude de ce corps fut reprise quelques années plus tard par M. Blau. Ce savant rendit d'abord sa préparation plus facile en remplaçant le ferricyanure par l'oxyde d'argent; il établit ensuite, à l'aide de diverses réactions, que l'isodipyridine n'est point un dérivé du bipyridyle, mais que sa molécule renferme, à côté d'un noyau pyridique, un second noyau azoté d'une autre nature et probablement méthylé à l'azote. Cette manière de voir fut partagée peu après par M. Pinner. Le nom d'isodipyridine ne convenant dès lors plus au corps en question, M. Blau le remplaça par celui de *nicotyrine*.

La synthèse que nous avons faite de l'iodométhylate de nicotyrine[1] est venue confirmer les hypothèses de

[1] *Berichte*, **28**, 1904.

MM. Blau et Pinner, et fixer définitivement la constitution de la nicotyrine et de la nicotine, conformément aux deux formules suivantes :

H C — HC — HC — N — C — CH ; C — HC = CH — N(CH_3)

Nicotyrine

H C — HC — HC — N — C — CH ; C — CH_2 — CH_2 — CH_2 — N(CH_3) — CH

Nicotine

Ces faits acquis, il nous restait à chercher à régénérer la nicotine en partant de la nicotyrine.

Si l'on considère les schémas ci-dessus, on voit que la nicotyrine renferme deux noyaux non saturés, celui de la pyridine et celui du pyrrol : la nicotine, au contraire, n'en contient qu'un, celui de la pyridine, tandis que le noyau non saturé du pyrrol y est remplacé par le noyau saturé de la pyrrolidine. Il s'agissait donc, pour transformer la première de ces bases dans la seconde, d'hydrogéner complètement son noyau pyrrolique sans réduire en même temps son noyau pyridique.

Or cette réduction d'une moitié de la molécule ne peut être effectuée directement. En effet, ainsi que de nombreux essais l'ont montré, les deux groupements non saturés se comportent absolument de la même manière vis-à-vis des agents hydrogénants ; si l'on emploie des agents faibles, ils ne sont attaqués ni l'un ni l'autre ; si l'on fait usage, au contraire, de réducteurs énergiques, ils sont hydrogénés tous deux, et le but qu'on s'était proposé se trouve dépassé.

Il fallait nécessairement trouver un moyen de rendre

le noyau pyrrolique plus accessible à l'hydrogénation que le noyau pyridique, de telle sorte que le premier de ces groupements fût seul attaqué par les réducteurs faibles.

Ce moyen, nous l'avons cherché dans l'introduction préalable d'un halogène.

On sait que les dérivés du pyrrol réagissent facilement avec les halogènes, avec l'iode en particulier, en présence d'un alcali, en donnant des produits de substitution. Le pyrrol lui-même fournit dans ces conditions un dérivé tétraiodé qui, sous le nom de *iodol*, est employé en médecine pour remplacer l'iodoforme. Les dérivés pyridiques, en revanche, ne donnent pas cette réaction. Nous avions donc là un moyen d'introduire de l'iode dans le noyau pyrrolique seul de la nicotyrine. D'après toutes les analogies, il était probable que ce noyau ainsi modifié serait plus aisément réductible et que nous pourrions arriver de cette manière à opérer l'hydrogénation incomplète que nous cherchions. L'expérience a, comme on va le voir, réalisé partiellement ces prévisions.

IODONICOTYRINE.

Dans une solution de 4 parties d'iode dans un excès de soude caustique diluée on introduit 1 partie de nicotyrine, et l'on agite jusqu'à ce que le liquide soit devenu clair. On ajoute alors avec précaution de l'acide acétique; il se produit un précipité rouge, probablement un periodure. On redissout ce précipité par une nouvelle addition de soude et on laisse reposer à la température ordinaire. On voit alors au bout de quelques minutes se former de petites aiguilles incolores et lourdes, qui se rassemblent rapidement au fond du vase. Lorsque ce dépôt n'augmente

plus, on filtre et on recommence la série des opérations (addition successive d'acide acétique et de soude) avec le liquide filtré, tant qu'il fournit de nouvelles quantités d'aiguilles. Celles-ci sont alors réunies et purifiées, soit par cristallisation dans l'eau chaude ou dans l'alcool étendu, soit par distillation avec les vapeurs d'eau.

L'analyse de ce corps nous a donné les résultats suivants :

I. Subst. gr. 0,2036 ; CO_2 0,3145 ; H_2O 0,0607.
II. » » 0,2069 ; AgI 0,1715.

	Trouvé	Calculé pour $C_{10}H_9IN_2$
C	42,13 %	42,33 %
H	3,31	3,17
I	44,77	44,62

Le produit obtenu a donc la composition d'une nicotyrine monoiodée. On voit que, tandis que le pyrrol échange du premier coup tous les atomes d'hydrogène de ses quatre groupes CH contre autant d'atomes d'iode, cette substitution n'a lieu, dans la nicotyrine, qu'à un seul atome de carbone, du moins dans les conditions expérimentales où nous nous sommes placés. Cette différence s'explique aisément par le fait que la nicotyrine est un pyrrol déjà deux fois substitué.

Quant à la position que l'atome d'iode vient occuper dans le noyau pyrrolique, il nous semble très probable d'après certains indices sur lesquels nous ne voulons pas insister ici, que c'est la position β', de sorte que l'iodonicotyrine posséderait la formule constitutionnelle suivante :

CH — CI
‖ ‖
—C CH
\ /
N
N
|
CH_3

L'iodonicotyrine forme de longues aiguilles plates, incolores et inodores ; elle fond à 110° et se volatilise lentement avec les vapeurs d'eau. Elle se dissout assez aisément dans l'eau bouillante, très peu dans l'eau froide et dans la ligroïne, facilement dans l'alcool, l'éther et le benzène, très facilement dans le chloroforme. Sa solution alcoolique, additionnée d'acide chlorhydrique, colore le bois de sapin en vert. Les acides minéraux étendus la dissolvent avec une coloration jaune. Elle constitue, comme la nicotyrine, une base monoacide tertiaire.

Nous en avons préparé quelques sels : le *picrate*, longues aiguilles jaunes fusibles à 124° ; le *chloroplatinate*, petites aiguilles jaune pâle, qui fondent à 171° en se décomposant ; le *chloromercurate*, aiguilles incolores fusibles à 155°.

L'*iodométhylate* se forme lorsqu'on chauffe quelques instants au bain-marie la solution méthylalcoolique de la base avec un excès d'iodure de méthyle. Il cristallise dans l'alcool méthylique en longues aiguilles jaune pâle dont le point de fusion est situé à 196-197°. Le nitrate d'argent n'enlève à ce composé qu'un seul atome d'iode.

Analyse : Subst. gr. 0,2035; AgI 0,1126.

	Trouvé	Calculé pour $C_{10}H_9IN_2.CH_3I$
I	29,89 %	29,76 %

Lorsqu'on chauffe au bain-marie l'iodonicotyrine avec de la poudre de zinc et de la soude, son atome d'iode est remplacé par un atome d'hydrogène, et la nicotyrine est régénérée. Cette réaction constitue un moyen rapide de purification de la nicotyrine brute, laquelle retient toujours, lorsqu'elle est préparée par le procédé de M. Blau, une faible quantité de nicotine.

Dihydronicotyrine.

L'iodonicotyrine est chauffée pendant 2-3 heures au bain-marie avec du zinc granulé et de l'acide chlorhydrique concentré. La solution, d'abord jaune, puis brune, devient finalement incolore. On la filtre alors, on la sursature par la potasse caustique et on l'extrait plusieurs fois par l'éther. La solution éthérée est séchée sur de la potasse et distillée ; le résidu forme un liquide huileux incolore, possédant l'odeur de la nicotine. Soumis à la distillation, il passe entièrement à 248° (corr.), c'est-à-dire 4 degrés plus haut que la nicotine.

Analyse : I Subst. gr. 0,1889 ; CO_2 0,5195 ; H_2O 0,1238.
II » gr. 0,0981 ; N 15,9 cmc ; t = 22° ; bar = 731,5^{mm}

	Trouvé	Calculé pour $C_{10}H_{12}N_2$
C	75,00 %	75,00 %
H	7,28	7,50
N	17,58	17,50

Comme on le voit par ces résultats, le produit de réduction de l'iodonicotyrine diffère de la nicotine par 2 atomes d'hydrogène en moins ; il constitue une *dihydronicotyrine.* L'action réductrice du zinc et de l'acide chlorhydrique a pour effet de remplacer l'iode de l'iodonicotyrine par un atome d'hydrogène et de fixer deux autres atomes d'hydrogène. Les propriétés du produit montrent que cette addition a lieu dans le noyau du pyrrol, qui devient par ce fait un noyau de pyrroline. La dihydronicotyrine possède donc très probablement la formule suivante :

HC——CH_2
C CH_2
N
N
CH_3

Les propriétés physiques et chimiques de la dihydronicotyrine se rapprochent beaucoup de celles de la nicotine, tandis qu'elles s'éloignent considérablement de celles de la nicotyrine. La nouvelle substance est, comme la nicotine, un liquide incolore, facilement soluble dans l'eau et dans les dissolvants organiques, et possédant une réaction fortement alcaline. Ses solutions ne sont pas fluorescentes. Elle ne donne pas la réaction du bois de sapin, caractéristique pour les dérivés pyrroliques non réduits, et se dissout sans coloration dans les acides minéraux ; ces solutions deviennent rouges par évaporation à l'air. Enfin la dihydronicotyrine est une base diacide et bitertiaire, comme la nicotine. La principale différence réside dans le fait qu'elle décolore instantanément le permanganate de potasse en présence d'un excès d'acide sulfurique, ce qui prouve qu'elle renferme une double liaison en dehors du noyau pyridique. Toutes ces propriétés cadrent absolument avec la formule constitutionnelle que nous avons donnée plus haut et montrent que la dihydronicotyrine est à la nicotyrine d'un côté, et à la nicotine de l'autre, ce que la pyrroline est au pyrrol et et à la pyrrolidine.

Nous en avons préparé les sels suivants :

Le *chloroplatinate* est un précipité rouge brique, qui apparaît sous le microscope comme formé de petites sphères transparentes. Il commence à noircir vers 210°, mais n'est pas encore fondu à 300°. Il ne renferme pas d'eau de cristallisation.

Analyse : Subst. gr. 0,1392 ; Pt 0,0475

	Trouvé	Calculé pour $C_{10}H_{12}N_2$ 2 HCl. $PtCl_4$
Pt	34,12 %	34,18 %

Le *picrate* cristallise dans l'eau chaude en petites aiguilles jaunes groupées en étoiles. Son point de fusion est situé à 156°.

Lorsqu'on chauffe la base au bain-marie avec un excès d'iodure de méthyle, on obtient le *diiodométhylate* $C_{10}H_{12}N_2(CH_3I)_2$ sous la forme d'une masse sirupeuse que nous n'avons pu faire cristalliser. Nous l'avons alors transformé au moyen du chlorure d'argent dans le dichlorométhylate correspondant, et celui-ci dans son sel de platine, que nous avons analysé :

I Subst. gr. 0,1674; CO_2 0,1527; H_2O 0,0484.
II » » 0,2119; Pt 0,0684

	Trouvé	Calculé pour $C_{10}H_{12}N_2(CH_3Cl)_2PtCl_4$
C	24,88 °/o	24,13 °/o
H	3,21	3,02
Pt	32,28	32,57

Ce chloroplatinate ressemble beaucoup à celui de la base elle-même; c'est une poudre rouge-brique formée de sphères microscopiques. Il commence à noircir vers 220° et fond à 240-242° en se décomposant entièrement.

POUVOIR ROTATOIRE

ET

ISOMÉRIE DE POSITION

PAR

Ph.-A. GUYE et A. BABEL.

INTRODUCTION

Les corps actifs isomères sont caractérisés tantôt par des pouvoirs rotatoires notablement différents, tantôt par des propriétés optiques très voisines sans que l'on ait encore trouvé la cause de cette manière d'être.

Il faut reconnaître que les observations déjà nombreuses recueillies sur ce sujet sont cependant loin d'être suffisantes pour permettre d'en déduire des conclusions générales. Dans l'état actuel de la question, il convient surtout d'accumuler des données expérimentales et se borner pour le moment à en tirer quelques conclusions partielles. Des formules plus générales ne sauraient être établies que lorsque ce travail, en quelque sorte préliminaire, sera lui-même plus avancé.

Les recherches qui font l'objet du présent mémoire ont eu précisément pour but d'opérer ce travail d'orientation dans une des questions qui se posent en premier lieu lorsqu'on aborde l'étude des relations entre le pouvoir

rotatoire et l'isomérie. Parmi les groupes d'isomères actifs qui peuvent être le plus facilement obtenus par les méthodes usuelles de nos laboratoires, il faut mentionner, en effet, les corps aromatiques dérivés des trois séries classiques : ortho, méta et para.

L'étude d'isomères de cette nature a déjà fait l'objet de quelques observations. Les premières en dates sont à notre connaissance celles de MM. Goldschmitt et Freund[1] relatives à des dérivés des acides carbamiques. Elles ont été suivies de mesures analogues effectuées en 1895 par Mlle Welt[2], MM. Guye et Chavanne[3], M. Walden[4], M. Rawitzer[5] sur diverses séries plus ou moins complètes de dérivés aromatiques[6]. Un travail plus étendu a été publié en 1896 par MM. Frankland et Wharton[7].

A la même époque, nous avons entrepris des recherches analogues sur tout un groupe d'éthers amyliques dérivés des trois séries ortho, méta et para.

Ce sont les résultats obtenus au cours de ce travail que nous consignons dans ce mémoire, divisé comme d'autres sur des sujets analogues en deux parties principales. La première est consacrée à la description des recherches expérimentales ; dans la seconde nous développons les quelques considérations et conclusions qui se dégagent de nos propres observations et de celles d'autres expérimentateurs.

[1] Goldschmidt et Freund. *Zeit. phys. Chem.* 1894, t. 14, p. 394.

[2] Welt. *Ann. chim. phys.* 1895 (7) t. 7, p. 142.

[3] Guye et Chavanne. *Bull. soc. chim.* (3) t. 15, p. 177.

[4] Walden. *Zeit. phys. Chem.* 1895, t. 17, p. 264.

[5] Rawitzer. Thèse. Zurich. 1896, p. 25.

[6] Voir un résumé de ces observations : Guye, *Bull. soc. chim.* (3) t. 15, p. 1157.

[7] Frankland et Wharton. *Journ. chim. Soc.* 1896, t. 69, p. 1309 et 1583.

PREMIÈRE PARTIE

RECHERCHES EXPÉRIMENTALES.

Les corps sur lesquels ont porté nos recherches appartiennent à deux groupes : le premier est constitué par une série d'éthers de l'alcool amylique primaire actif ; le second par des dérivés du type des anilides.

Les corps du premier groupe sont liquides à la température ordinaire; nous les avons donc étudiés en procédant d'après les règles qui ont été suivies au cours de divers travaux antérieurs ; leur pureté a été contrôlée en mesurant leur réfraction moléculaire et leur volume moléculaire et en comparant les valeurs données par l'expérience avec celles qu'indique la théorie. Nous ne revenons pas sur le détail de ces contrôles pour lesquels nous nous référons à nos publications précédentes[1]; nous nous bornons seulement à indiquer les valeurs théoriques que nous avons admises pour les coefficients des groupements NO_2 et NH_2 :

	Réfraction moléculaire	Volume moléculaire.
Groupe NO_2	7.40	14.1
Groupe NH_2	5.32	3.0

A propos des dérivés amyliques nous faisons remarquer que nous avons fait sans succès plusieurs tentatives pour obtenir un alcool plus actif que celui généralement employé depuis quelques années dans nos recherches sur les corps actifs ; ces tentatives n'ayant pas eu de succès,

[1] Guye et Chavanne, *loc. cit.* et Guye et Jordan. *Bull. Soc. chim.* (3) t. 15, p. 474 ; Guye et Guerchgorine, *Arch. Sc. ph. nat.* (4) t. II, p. 203.

nous nous sommes contentés de l'alcool Claudon déjà décrit $[\alpha]_D = - 4,4$ à $- 4, 5$.

Les divers éthers d'une même série ont toujours été préparés avec un alcool de même provenance.

Les corps appartenant au groupe des anilides étant solides, leurs pouvoirs rotatoires ont été mesurés au moyen de dissolutions préparées autant que possible dans les mêmes conditions toutes les fois qu'il s'agissait de comparer des corps d'une même série.

Nous tenons à dire que nous attachons moins d'importance à ces observations qu'à celles faites sur des corps actifs liquides.

A. Ethers amyliques

Nitrobenzoates d'amyle

$NO_2\ C_6\ H_4\ COO\ C_5\ H_{11}$

Les 3 éthers isomères ortho, méta et para ont été préparés de la même manière. Dix grammes d'acide ont été chauffés au bain-marie pendant 40 heures avec 15 grammes d'alcool amylique actif et 3-4 gouttes d'acide sulfurique concentré. Un excès d'alcool favorise l'éthérification. Au bout de quelques heures, il se dépose des gouttes d'eau qui se rassemblent au fond du ballon, on les siphone et continue à chauffer en répétant l'opération jusqu'à ce qu'il ne s'en forme plus de quantités notables. On verse le mélange refroidi dans l'eau, neutralise l'acide en excès par le carbonate de soude, décante et sèche l'éther sur le carbonate de potasse sec, puis le soumet à des distillations fractionnées dans le vide. La grande différence de point d'ébullition entre l'éther et l'alcool amylique permet une prompte et complète séparation des

produits de la réaction, de sorte qu'au bout de trois distillations successives on obtient un corps assez pur pour en étudier les propriétés.

Orthonitrobenzoate d'amyle. — Point d'ébullition 238° $H_0 = 69^{mm}$

Réfraction moléculaire

$t = 17°$ $d_{17} = 1.135$ $n_D = 1.5132$

RM observée	*RM calculée*
63.03	62.26

Volume moléculaire

	$\frac{M}{d}$ observé	calculé
Pour $M = 237$	208.8	198.1

Pouvoir rotatoire

$\alpha_D = - 0{,}07$ pour $l = 0{,}1$ dcm. à 17° $d_{17} = 1.135$

$[\alpha]_D = - 0{,}61$ à 17°

En présence du résultat inattendu fourni par les observations polarimétriques, — cet éther est en effet un des premiers dérivés lévogyres connus de l'alcool amylique gauche, — nous avons jugé nécessaire de répéter la préparation de l'orthonitrobenzoate d'amyle sur une plus grande quantité de substance, soit 30 gr. d'acide pour 36 gr. d'alcool actif. En opérant comme ci-dessus nous avons obtenu un second échantillon qui présente les mêmes propriétés que le premier, ainsi que le prouvent les chiffres ci-après. L'anomalie du pouvoir rotatoire qui caractérise cet éther peut donc être considérée comme un fait expérimental bien établi.

Point d'ébullition 236—238° $H_0 = 64^{mm}$.

Réfraction moléculaire.

$t = 18°$ $d_{18} = 1,135$ $n_D = 1,5107$

RM observée	*RM* calculée
62.77	62.26

Volume moléculaire.

	$\frac{M}{d}$ observé	calculé
Pour $M = 237$	208.8	198.1

Pouvoir rotatoire.

$\alpha_D = -0.63$ pour $l = 1$ dcm. à 18° $d_{18} = 1.135$

$\alpha_D = +0.10$ » $l = 0,1$ dcm. à 75° $d_{75} = 1.112$

$[\alpha]_D = -0.55$ à 18°

$[\alpha]_D = +0.90$ à 75°

Ce dernier échantillon après refroidissement donne

$\alpha_D = -0.06$ pour $l = 0.1$ dcm. à 20° $d_{20} = 1.134$.

$[\alpha]_D = -0.53$ à 20°

Metanitrobenzoate d'amyle.— Point d'ébullition 223—225° $H_0 = 52^{mm}$.

Réfraction moléculaire.

$t = 19°$ $d_{19} = 1.144$ $n_D = 1.5187$

RM observée	*RM* calculée
62.84	62.26

Volume moléculaire.

	$\frac{M}{d}$ observé	calculé
Pour $M = 237$	207.1	198.1

Pouvoir rotatoire.

$\alpha_D = +0.67$ pour $l = 0,1$ dcm. à 19° $d_{19} = 1.144$

$\alpha_D = +0.48$ pour $l = 0,1$ dcm. à 75° $d_{75} = 1.120$

$[\alpha]_D = +5.85$ à 19°

$[\alpha]_D = +4.28$ à 75°

Paranitrobenzoate d'amyle. — Point d'ébullition 250—252° $H_0 = 80^{mm}$.

Réfraction moléculaire.

$t = 17°$	$d_{17} = 1.140$	$n_D = 1.5203$
RM observée		*RM* calculée
63.23		62.26

Volume moléculaire.

	$\frac{M}{d}$ observé	calculé
Pour $M = 237$	207.9	198.1

Pouvoir rotatoire.

$\alpha_D = + 0.79$ pour $l = 0,1$ dcm. à 17° $\quad d_{17} = 1.140$
$\alpha_D = + 0.54$ pour $l = 0,1$ dcm. à 75° $\quad d_{75} = 1.117$
$[\alpha]_D = + 6.93$ à 17°
$[\alpha]_D = + 4.82$ à 75°

Bromobenzoates d'amyle.

Br. C_6H_4. $COOC_5H_{11}$.

La préparation de ces 3 éthers isomères s'effectue d'une façon identique à celle des nitrobenzoates d'amyle, à cette différence près que le fractionnement peut s'opérer à la pression ordinaire.

Orthobromobenzoate d'amyle. — Point d'ébullition 285-287° $H_0 = 730^{mm}$.

Réfraction moléculaire.

$t = 16°$	$d_{16} = 1,279$	$n_D = 1,5243$
RM observée		*RM* calculée
64.9		63.8

Volume moléculaire.

	$\frac{M}{d}$ observé	calculé
Pour $M = 271$	211.8	197.1

Pouvoir rotatoire.

$\alpha_D = + 0.24$ pour $l = 0,1$ dcm. à 19° $d_{19} = 1.272$
$\alpha_D = + 0.18$ pour $l = 0,1$ dcm. à 75° $d_{75} = 1.252$
$[\alpha]_D = + 1.88$ à 16°
$[\alpha]_D = + 1.43$ à 75°

Métabromobenzoate d'amyle.— Point d'ébullition 286—289° $H_0 = 737$.

Réfraction moléculaire.

$t = 17°$ $d_{17} = 1,285$ $n_D = 1,5243$

RM observée	*RM* calculée
64.5	63.8

Volume moléculaire.

	$\frac{M}{d}$ observé	calculé
Pour $M = 271$	210.8	197.1

Pouvoir rotatoire.

$\alpha_D = + 0,34$ pour $l = 0,1$ dcm. à 16° $d_{16} = 1.285$
$\alpha_D = + 0.25$ pour $l = 0,1$ dcm. à 75° $d_{75} = 1.265$
$[\alpha]_D = + 2,70$ à 16°
$[\alpha]_D = + 1,99$ à 75°

Parabromobenzoate d'amyle.— Point d'ébullition 287—290° $H_0 = 724,3$.

Réfraction moléculaire.

$t = 16°$ $d_{16} = 1.288$ $n_D = 1,5282$

RM observée	*RM* calculée
64.8	63.8

Volume moléculaire.

	$\frac{M}{d}$ observé	calculé
Pour $M = 271$	210.4	197.1

Pouvoir rotatoire.

$[\alpha]_D = + 0{,}41$ pour $l = 0{,}1$ dcm. à 16° $d_{16} = 1.288$
$[\alpha]_D = + 0{,}30$ pour $l = 0{,}1$ dcm. à 75° $d_{75} = 1.269$
$[\alpha]_D = + 3.18$ à 16°
$[\alpha]_D = + 2.35$ à 75°

Aminobenzoates d'amyle.

$NH_2.C_6H_4.COOC_5H_{11}$.

On a mené à bien l'éthérification des acides isomères d'une façon analogue. On chauffe 10 gr. d'acide dans une quantité suffisante d'alcool amylique pour le dissoudre à l'ébullition, soit environ 70 gr. en faisant passer un courant d'acide chlorhydrique sec. Le chlorhydrate de l'acide insoluble se dépose, puis se redissout au fur et à mesure des progrès de l'éthérification. Lorsqu'à peu près tout est redissous, on arrête l'opération et distille jusqu'à 130° pour enlever une partie de l'alcool amylique. Le résidu contenu dans le ballon est formé, en majeure partie, par le chlorhydrate de l'éther qui se se prend par le refroidissement en une masse brune amorphe, qu'on dissout dans l'eau et décompose par le carbonate de soude. On extrait l'huile surnageante par l'éther, sèche sur du carbonate de potasse sec et fractionne dans le vide.

Orthoaminobenzoate d'amyle. — Point d'ébullition 192—194° $H_0 = 41^{mm}$.

Réfraction moléculaire.

$t = 17°$ $d_{17} = 1.047$ $n_D = 1.5364$

RM observée	*RM* calculée
61.66	60.19

Volume moléculaire.

	$\frac{M}{d}$ observé	calculé
Pour $M = 207$	197.7	186.9

Pouvoir rotatoire.

$[\alpha]_D = + 3.13$ pour $l = 0,5$ dcm. à 17° $d_{17} = 1.047$
$[\alpha]_D = + 0,52$ pour $l = 0,1$ dcm. à 75° $d_{75} = 1.042$

$[\alpha]_D = + 5.98$ à 17°
$[\alpha]_D = + 4.99$ à 75°

Métaminobenzoate d'amyle. — Point d'ébullition 184—187° $H_0 = 35^{mm}$.

Réfraction moléculaire.

$t = 18°$ $d_{18} = 1\ 051$ $n_D = 1.5351$

RM observée	*RM* calculée
61.31	60.19

Volume moléculaire.

	$\frac{M}{d}$ observé	calculé
Pour $M = 207$	196.2	186.9

Pouvoir rotatoire.

$\alpha_D = + 2,61$ pour $l = 0,5$ dcm. à 18° $d_{18} = 1.051$
$\alpha_D = + 0,45$ pour $l = 0,1$ dcm. à 75° $d_{75} = 1.045$

$[\alpha]_D = + 4,95$ à 18°
$[\alpha]_E = + 4,30$ à 75°

Paraminobenzoate d'amyle.— Point de fusion 27—30°. Point d'ébullition 215° $H_0 = 35^{mm}$.

Réfraction moléculaire.

$t = 75°$	$d_{75} = 1.050$	$n_D = 1.5369$
RM observée		*RM* calculée
61.55		60.19

Volume moléculaire.

$\frac{M}{d}$	observé	calculé
Pour $M = 207$	197.1	186.9

Pouvoir rotatoire.

$\alpha_D = + 0.44$ pour $l = 0, 1$ à 75° $d_{75} = 1,050$

$[\alpha]_D = + 4.19$ à 75°

Toluates d'amyle.

$CH_3C_6H_4COOC_5H_{11}$

L'ortho et le para-toluate d'amyle ont déjà été décrits[1]. Nous nous sommes donc bornés à compléter ce groupe en préparant le méta-toluate d'amyle.

Métatoluate d'amyle.

$$C_6H_4 < \begin{matrix} CH_3 \ (1) \\ COO\ CH_2 \end{matrix} < \begin{matrix} C_2H_5 \\ CH_3 \end{matrix} \ (3)$$

Point d'ébullition 266—268° $H_0 = 725$

Réfraction moléculaire.

$t = 20°$	$d_{20} = 0,976$	$n_D = 1,4929$
RM observée		*RM* calculée
61 32		60.52

[1] Guye et Chavanne. *Bull. Soc. Chim.* (3), t. 15, p. 177.

Volume moléculaire.

	$\frac{M}{d}$ observé	calculé
Pour $M = 206$	211,0	203,1

Pouvoir rotatoire.

$$\alpha_D = + 4.93 \text{ pour } l = 1,0 \text{ dcm. à } 20^\circ \quad d_{20} = 0,976$$
$$[\alpha]_D = + 5.05 \text{ à } 20^\circ$$

B. Anilides et toluides

Tartranilide et Tartratoluides.

$$C_2H_4O_2 < \begin{matrix} CO_2NHC_6H_5 \\ CO_2NHC_6H_5 \end{matrix} \quad \text{et} \quad C_2H_4O_2 < \begin{matrix} CO_2.NH.C_6H_4.CH_3 \\ CO_2.NH.C_6H_4.CH_3 \end{matrix}$$

Ces corps ont été préparés suivant une méthode indiquée par M. Polikier[1]. On chauffe à l'ébullition 5 parties de base et y ajoute peu à peu une partie d'acide tartrique. Lorsque tout est dissous on distille l'excès de base jusqu'à ce que le contenu du ballon se prenne en une masse brunâtre. On neutralise par l'acide chlorhydrique et traite à plusieurs reprises par l'eau bouillante. On lave ensuite avec un peu d'alcool et d'éther, puis on fait cristalliser dans l'alcool bouillant. Les corps ainsi obtenus sont bien cristallisés, insolubles dans l'eau et la plupart des dissolvants. Pour étudier leur action sur la lumière polarisée, on en a fait des solutions de concentration uniforme dans la pyridine, à raison de 1 gr. de substance dans 19 gr. de solvant.

Tartranilide. — Fond vers 250° en se décomposant.

[1] Polikier. *Berichte der d. chem. Gesell.* 1891, t. 24, p. 2959

La solution de 1 gr. de substance dans 19 gr. de pyridine a donné :

$$\alpha_D = +12.54 \text{ pour } l = 1 \text{ dcm. à } 15^\circ \quad d_{15} = 0.968$$
$$[\alpha]_D = +259$$

Orthotartratoluide. — Fond vers 200° en se décomposant.

La solution de 1 gr. de substance dans 19 gr. de pyridine a donné :

$$\alpha_D = +11.56 \text{ pour } l = 1 \text{ dcm. à } 15^\circ \quad d_{15} = 0.966$$
$$[\alpha]_D = +239$$

Métatartratoluide. — Fond vers 182° en se décomposant.

La solution de 1 gr. de substance dans 19 gr. de pyridine a donné :

$$\alpha_D = +11.24 \text{ pour } l = 1 \text{ dcm. à } 15^\circ \quad d_{15} = 0.964$$
$$[\alpha]_D = +233$$

Paratartratoluide. — Fond vers 230° en se décomposant.

La solution de 1 gr. de substance dans 19 gr. de pyridine a donné :

$$\alpha_D = +11.57 \text{ pour } l = 1 \text{ dcm. à } 15^\circ \quad d_{15} = 0.965$$
$$[\alpha]_D = +239$$

Valéranilide et valératoluides

$$\begin{matrix}C_2H_5\\CH_3\end{matrix}{>}CH.CONH.C_6H_5 \quad \text{et} \quad \begin{matrix}C_2H_5\\CH_3\end{matrix}{>}CH.CO.NH.C_6H_4.CH_3$$

L'acide valérique employé a été préparé au moyen de l'alcool actif oxydé par le mélange sulfochromique [1]. Après plusieurs fractionnements, il a donné :

$$\alpha_D = +10.40 \text{ pour } l = 1 \text{ dcm. à } 15^\circ \quad d_{15} = 0.935$$
$$[\alpha]_D = +11.12 \text{ à } 15^\circ$$

[1] Voir les détails : Guye et Guerschgorine, loc. cit.

Pour obtenir l'anilide ou les toluides, on a chauffé à l'ébullition, plusieurs heures, parties égales d'acide et de bases. Après refroidissement, on a neutralisé successivement l'excès d'acide par le carbonate de soude et l'excès de base par l'acide chlorhydrique, puis on purifie par cristallisations dans l'eau bouillante. On a obtenu des corps incolores, bien cristallisés, peu solubles dans l'eau froide, davantage dans l'eau bouillante et assez solubles dans l'alcool. C'est ce dernier qui a servi de solvant pour étudier leur action sur la lumière polarisée. On a opéré avec une concentration uniforme de 1 dans 9.

Valéranilide. — Point de fusion 95-96°.

La solution de 1 gr. dans 9 gr. d'alcool a donné:

$$\alpha_D = 0.44 \text{ pour } l = 0.5 \text{ à } 14^\circ \quad d_{14} = 0.836$$
$$[\alpha]_D = +10.5$$

Orthovalératoluide. — Point de fusion 68-70°.

La solution de 1 gr. dans 9 gr. d'alcool a donné :

$$\alpha_D = +0.39 \text{ pour } l = 0.5 \text{ à } 14^\circ \quad d_{14} = 0.836$$
$$[\alpha]_D = +9.3$$

Métavalératoluide. — Point de fusion 60-61°.

La solution de 1 gr. dans 9 gr. d'alcool ne donne pas de déviation appréciable au polarimètre.

On ne pourrait cependant pas affirmer avec certitude que ce corps soit absolument inactif; dans les conditions des expériences, on peut conclure que son pouvoir rotatoire est dans tous les cas plus petit que 0.2, étant donné le degré de concentration de la solution.

Il se pourrait aussi que ces anilides et toluides obtenues à partir d'un acide valérique partiellement actif et purifiées par cristallisation, ne contiennent pas toutes la même proportion du produit actif et que, dans le cas

particulier du dérivé méta, celui-ci soit essentiellement formé de l'isomère inactif, le corps actif plus soluble étant resté en totalité ou en partie dans les eaux mères.

Les valeurs des pouvoirs rotatoires des corps de cette série ne doivent donc être admises que sous toutes réserves.

Paravalératoluide. — Point de fusion 69-71°.

La solution de 1 gr. dans 9 gr. d'alcool a donné :

$$\alpha_D = + 0.80 \text{ pour } l = 0.5 \text{ à } 14° \quad d_{14} = 0.836$$
$$[\alpha]_D = + 19.1$$

Malanilide et maladitoluides.

$$C_2H_4O < \begin{matrix} CO.NH.C_6H_5 \\ CO.NH.C_6H_5 \end{matrix} \quad \text{et} \quad C_2H_4O < \begin{matrix} CO.NH.C_6H_4.CH_3 \\ CO.NH.C_6H_4.CH_3 \end{matrix}$$

Leur préparation est analogue à celle des anilides et toluides de l'acide tartrique. On dissout peu à peu l'acide dans la base portée à l'ébullition, on enlève l'excès par distillation, neutralise par l'acide chlorhydrique, traite à plusieurs reprises par l'eau bouillante, lave avec un peu d'alcool et d'éther et fait cristalliser dans l'alcool. Les solutions étudiées au polarimètre ont été faites dans la pyridine avec une concentration uniforme de 1 dans 19.

La malanilide et les malatoluides ortho et para ont été étudiées précédemment par M. Walden[1], en solution de diverses concentrations dans l'acide acétique, et il a trouvé les pouvoirs rotatoires suivants:

Anilide.

Solution de 1.50 gramme dans 100 c³ d'ac. acétique.

$$[\alpha]_D = - 60.7$$

[1] Walden. *Zeit. phys. Chem.* 1895, t. 17, p. 264.

Solution de 0.75 gramme dans 100 c³ d'ac. acétique.

$$[\alpha]_D = -58.7$$

Orthoditoluide.

Solution de 2 grammes dans 100 c³ d'acide acétique.

$$[\alpha]_D = -65.0$$

Solution de 1 gramme dans 100 c³ d'acide acétique.

$$[\alpha]_D = -66.5$$

Paraditoluide.

Solution de 1 gramme dans 100 c³ d'acide acétique.

$$[\alpha]_D = -70.0$$

Malanilide. — Point de fusion 198°.

La solution de 1 gr. dans 19 gr. de pyridine a donné :

$$\alpha_D = -2.44 \text{ pour } l = 0{,}5 \text{ dcm. à } 15^\circ \quad d_{15} = 0{,}965$$
$$[\alpha]_D = -101.1$$

Orthomalatoluide. — Point de fusion 179°.

La solution de 1 gr. dans 19 gr. de pyridine a donné :

$$\alpha_D = -1{,}49 \text{ pour } l = 0{,}5 \text{ dcm. à } 17^\circ \quad d_{17} = 0{,}964$$
$$[\alpha]_D = -61.8$$

Métamalatoluide. — Point de fusion 153°.

La solution de 1 gr. dans 19 gr. de pyridine a donné :

$$\alpha_D = -1.83 \text{ pour } l = 0{,}5 \text{ dcm. à } 17^\circ \quad d_{17} = 0.964$$
$$[\alpha]_D = -75.9$$

Paramalatoluide. — Point de fusion 206°.

La solution de 1 gr. dans 19 gr. de pyridine a donné :

$$\alpha_D = -2.23 \text{ pour } l = 0{,}5 \text{ dcm. à } 17^\circ \quad d_{17} = 0{,}964$$
$$[\alpha]_D = -92.5$$

Tableau récapitulatif des pouvoirs rotatoires.

		Non substitué[1]	Ortho	Méta	Para
Nitrobenzoates d'amyle...	20°	+4.96	−0.53	+5.85	+6.93
	75°	—	+0.90	+4.28	+4.82
Bromobenzoates d'amyle..	20°	+4.96	+1.88	+2.70	+3.18
	75°	—	+1.43	+1.99	+2.35
Aminobenzoates d'amyle..	20°	+4.96	+5.98	+4.95	—
	75°	—	+4.99	+4.30	+4.19
Toluates d'amyle........		+4.96	+4.55	+5.05	+5.20
Tartranilide et Tartratoluides..................		+259	+239	+233	+239
Valéranilide et Valératoluides		+10.5	+9.3	—	+19.1
Malanilide et Molatoluides.		—101.1	—61.8	—75.9	—92.5

REMARQUES

Avant de comparer nos résultats avec ceux d'autres expérimentateurs, il convient ici de formuler quelques remarques particulières qui se dégagent de nos observations.

I. *Pouvoir rotatoire de l'orthonitrobenzoate d'amyle.*

Le pouvoir rotatoire de cet éther présente une anomalie très frappante : c'est le premier exemple bien défini, d'un corps de structure relativement simple, dont le pouvoir rotatoire change de signe avec la température :

$$[\alpha]_D = -0.53 \text{ à } 18^\circ$$
$$[\alpha]_D = +0.90 \text{ à } 75^\circ$$

[1] Soit : benzoate d'amyle pour les quatre premiers groupes et anilides pour les trois derniers.

Ce résultat, tout à fait inattendu, ayant été observé sur deux échantillons provenant de préparations différentes paraît hors de doute.

Nous ne tenterons pas de donner ici une interprétation rationnelle de ce fait curieux; on peut, en effet, le concevoir de plusieurs façons. Nous nous bornons à faire remarquer que, parmi les hypothèses les plus simples que l'on puisse formuler, deux se présentent d'abord à l'esprit.

D'après la première, ce changement de signe pourrait être attribué à un changement survenu dans le degré de complexité moléculaire (polymérisation et dépolymérisation sous l'action de la chaleur).

D'après la seconde, on pourrait admettre qu'il est dû à un changement survenu dans la forme de la molécule.

Dans tous les cas, il est tout à fait surprenant que cette anomalie ne s'observe qu'avec ce dérivé ortho et ne se rencontre pas chez les éthers bromés et amidés de l'acide benzoïque. On pourrait en inférer qu'elle est peut-être en rapport avec la position du groupe NO_2, très voisine du carbone asymétrique du groupe amylique.

Il est intéressant, enfin, de rapprocher cette particularité de l'orthonitrobenzoate d'amyle d'une observation faite par MM. Goldschmidt et Freund [1] sur l'orthonitrobenzoyle *-d-* carvoxime. dont le pouvoir rotatoire à la température ordinaire (en solution chloroformique) est nul et devient faiblement négatif à basse température. Il ne serait pas impossible que ce dérivé se comporte comme l'éther que nous avons étudié et que son pouvoir rotatoire redevienne positif à des températures élevées, c'est-

[1] Goldschmidt et Freund, *Zeit. Phys. Chem.* T. 14, p. 405.

à-dire de même signe que ceux des isomères méta et para. (Voir dans la deuxième partie les valeurs numériques.)

II. *Réfractions moléculaires.*

On remarquera que les valeurs observées des réfractions moléculaires sont en général un peu plus élevées que les valeurs obtenues au moyen des coefficients de M. Conrady.

Nous ne pensons pas qu'il faille en déduire que les éthers, ainsi étudiés, ne fussent pas suffisamment purs. On sait, en effet, que dans la série aromatique, des anomalies de ce genre sont nombreuses. Les différences que nous avons constatées entre les valeurs expérimentales et les valeurs théoriques sont d'ailleurs de l'ordre de grandeur de celles qui ont été trouvées par d'autres expérimentateurs et se produisent dans le même sens.

III. *Volumes moléculaires.*

Nous avons résumé dans le tableau suivant les valeurs obtenues pour les volumes moléculaires des éthers sur lesquels ont porté nos observations :

Corps	$\frac{M}{d}$ observé	$\frac{M}{d}$ calculé	Différences
O-nitrobenzoate d'amyle.	208.8	198.1	+10.7
M-nitrobenzoate »	207.1	198.1	+ 9.0
P-nitrobenzoate »	207.9	198.1	+ 9.8
O-bromobenzoate »	211.8	197.1	+14.7
M-bromobenzoate »	210.8	197.1	+13.7
P-bromobenzoate »	210.4	197.1	+13.3
O-aminobenzoate »	197.7	186.9	+10.8
M-aminobenzoate »	196.2	186.9	+ 9.3
P-aminobenzoate »	197.1	186.9	+10.2
M-toluate »	211.0	203.1	+ 7.9

On remarque que toutes les valeurs observées sont notablement différentes des valeurs calculées au moyen des coefficients de M. Traube; l'écart est en moyenne de 10 unités. Nous croyons pouvoir en conclure que les coefficients calculés par M. Traube ne s'appliquent que fort imparfaitement à la détermination un peu exacte des volumes moléculaires du groupe de composés étudiés par nous; il y aura une revision à faire à ce sujet lorsqu'on possédera un plus grand nombre d'observations.

IV

On remarque, enfin, que chez tous les éthers que nous avons étudiés, à la seule exception de l'orthonitrobenzoate d'amyle, le pouvoir rotatoire diminue avec une élévation de température. (Voir le tableau récapitulatif plus haut.)

Ce résultat est la confirmation de ceux observés au cours de travaux effectués dans ce laboratoire [1].

[1] Guye et Amaral. *Arch. sc. ph. nat.* (3) t. 33, p. 409 et 513. Guye et Aston, *C. R.* t. 124, p. 194 et t. 125, p. 819. Guye et Chavanne, *loc. cit.*

(A suivre.)

L'AUTOMOBILISME ET LA FORCE MOTRICE

LE MOTEUR AIR-EAU

PAR

Raoul PICTET

(Suite[1].)

CHAPITRE VI

COMPARAISON DU MOTEUR AIR-EAU AVEC UN MOTEUR DE MÊME PUISSANCE MARCHANT A L'EAU PURE.

Pour comparer utilement les résultats obtenus dans l'étude précédente, concernant la marche du moteur normal, soit à l'air et à l'eau, avec une machine à vapeur perfectionnée mais fonctionnant à la vapeur d'eau seule et échappant à la pression atmosphérique, nous allons faire le calcul du même moteur opérant à l'eau seulement sans compresseur d'air.

Un moteur à vapeur, donnant la même puissance que le moteur Air-Eau dont nous venons de terminer l'étude, serait une machine beaucoup plus simple, n'ayant que

[1] Voir *Archives*, t. V, avril 1898, p. 350, mai, p. 444, et juin p. 550; t. VI, juillet, p. 16; décembre, p. 555.

deux cylindres à vapeur au lieu de trois, et pas de compresseur d'air. Celui-ci serait remplacé par une simple pompe d'alimentation dont, pour l'instant, nous négligerons le travail.

Nous ferons fonctionner ce moteur à eau dans les mêmes conditions de température et de pression que le moteur Air-Eau.

Nous appliquerons également, dans les limites du possible, l'action de l'échangeur.

Nous déterminerons les quantités de chaleur à fournir à ce moteur pour lui faire rendre une force motrice égale et dans des conditions de pression et de vitesse identiques.

Nous savons que le compresseur absorbait exactement le travail de l'un des cylindres-moteurs, et que la compression et la détente étaient toutes deux isothermiques entre les mêmes limites de pression.

Cette considération nous donne immédiatement les conditions de marche de la vapeur pure sans addition d'air.

Le moteur à vapeur de même puissance que le moteur Air-Eau se composera, ainsi que nous le disions, uniquement de deux cylindres, de même capacité que ceux adoptés, et fonctionnant entre 9 atmosphères et la pression atmosphérique avec 5 tours par seconde (vitesse adoptée précédemment).

La vapeur, au sortir du cylindre, sera surchauffée à 350° et l'échappement sera utilisé pour chauffer l'eau d'alimentation.

Dans ces conditions, on aura deux machines parfaitement parallèles qui permettront de comparer théoriquement le rendement de ces deux systèmes de moteurs.

1. *Voici les données du calcul :*

Nombre de cylindres	2.
Volume de chaque cylindre	1 litre.
Nombre de tours par minute	300.
Pression à l'échappement	1 atmosphère.
Pression à l'admission	9 atmosphères.
Température pendant le travail	350°.

Le travail par révolution du moteur est donné par la relation :

$$T = \frac{2 \times 10.333}{75} \text{ Log.} \left(\frac{9}{1}\right) = 2 \text{ ch. } 85.$$

Le moteur donne bien un travail équivalent à celui du moteur Air-Eau.

2. *Calcul du poids de l'eau consommée par heure.*

Comme nous avons affaire à de l'eau pure, la vapeur qui en sort remplit exactement les cylindres à 350° et à la pression atmosphérique à la fin de chaque révolution.

Le poids de l'eau consommée sera donc égal au volume engendré par les cylindres, multiplié par le poids spécifique de la vapeur à 350° sous la pression atmosphérique.

Le poids spécifique de la vapeur à 350° est :

$$\frac{0{,}806}{1 + \frac{350}{273}} = 0{,}353.$$

Le poids de l'eau utilisée par heure est donc :

$$2 \times 3.600 \times 5 \times 0{,}353 = 12^{k}\,708.$$

3. *Quantité de chaleur à fournir.*

La quantité de chaleur à fournir à cette eau pour la vaporiser à 350° et sous 9 atmosphères est donnée par une double formule.

La première correspond à la chaleur totale de vaporisation à fournir à l'eau pour la vaporiser à la pression de 9 atmosphères.

La seconde correspond à la chaleur nécessaire pour élever la température de la vapeur à 350°.

D'après les tables de Regnault, la pression normale est atteinte pour une température de 175° 77.

La formule de la chaleur totale de vaporisation de l'eau à cette température, appliquée aux 12^{k}708 qu'il faut vaporiser, donne une quantité de chaleur q_1.

$$q_1 = [606,5 + 0,305 \times 175,77]\ 12,708$$

et comme nous prenons l'eau à 15°, on a donc :

$$q_1 = [606,5 + 0,305 \times 175,77\text{-}15]\ 12,708$$
$$q_1 = 645,1 \times 12,708 = 8197^{\text{cal.}}93$$

Pour chauffer cette vapeur à 350°, on a à fournir la quantité de chaleur q_2.

$$q_2 = 12,708\ [350\text{-}175,77]\ 0,475 = 1051^{\text{cal.}}70$$

Il faut en outre fournir à la vapeur une certaine quantité de chaleur q_3 pour maintenir la température de 350° constante pendant la détente.

Le travail étant :

$$21,432 \times 2 = 42^{\text{km.}}8264,$$

on a une quantité de chaleur

$$q_3 = \frac{42,8264 \times 5 \times 3,600}{425} = 1813^{\text{cal.}}82.$$

On a donc la quantité totale $q = q_1 + q_2 + q_3$

$$q = 8197,93 + 1051,70 + 1813,82 = 11063,45$$

4. *Chaleur fournie par l'échappement.*

La vapeur sortant des cylindres à la pression atmosphérique va se condenser à partir de 100°; mais elle ne se condensera pas dans l'échangeur. On ne peut donc utiliser que la chaleur spécifique de la vapeur entre 350° et 100° soit:

$$250 \times 12,708 \times 0,475 = 1509^{\text{cal.}}$$

5. *Chaleur réelle à fournir au moteur.*

La chaleur réellement à fournir au moteur est donc

$$11.063,45 - 1509 = 9,554^{\text{cal.}}45.$$

Ainsi donc un moteur à vapeur dans les mêmes conditions de travail et de vitesse que le moteur Air-Eau exigerait à l'heure 9554$^{\text{cal.}}$45.

Nous avons vu que le moteur Air-Eau demanderait dans le même temps 6721$^{\text{cal.}}$7.

Le rapport des deux quantités de chaleur à fournir est donc:

$$\frac{6221,7}{9554,45} = 0.651.$$

L'économie résultant de l'emploi du moteur Air-Eau sur un moteur à vapeur de même puissance dans les mêmes conditions est donc théoriquement de 349 °/$_{00}$, soit environ 35 °/$_{0}$.

CHAPITRE VII.

Il nous paraît convenable de compléter l'étude du moteur Air-Eau par différents exemples numériques choisis avec de grands écarts de pression correspondant aux maxima et minima de ce que l'industrie a sanctionné par de nombreuses applications.

Certaines machines fonctionnent actuellement à 12 atmosphères (locomotives, machines à triple expansion, etc.) et elles sont entrées dans les mœurs économiques actuelles. D'autres appareils fonctionnent encore à 6 atmosphères: ils représentent un peu le vieux jeu et sont démodés, quoique nombreux encore.

Enfin, dans certains cas, on trouve encore des machines fonctionnant à 3 atmosphères : c'est l'enfance de l'art au point de vue des machines à vapeur.

En comparant le moteur Air-Eau avec la machine à vapeur ordinaire à 12, 9, 6, et 3 atmosphères absolues, le tableau des résultats numériques permet de suivre sur toute l'échelle thermométrique et sur l'échelle des pressions l'influence très caractéristique de l'air dans la vapeur d'eau, cette influence se traduisant surtout par l'économie de la quantité de chaleur à fournir pour obtenir un travail donné.

Nous ne recommencerons pas tous les raisonnements ; dans chaque cas ils sont textuellement les mêmes que ceux développés ci-dessus. Nous ne ferons que donner les détails numériques de chaque phase pour permettre au lecteur de suivre l'influence systématique du mélange d'eau et de vapeur d'eau dans les moteurs.

Calcul du moteur air-eau fonctionnant a 212° et sous 12 atmosphères de pression.

Les conditions de marche sont les mêmes que dans le cas précédent, sauf que l'admission dans les cylindres moteurs a lieu suivant $^1/_{12}$e de la course des pistons. Cela permet d'obtenir la pression de 12 atmosphères à l'admission ; quant à la température, elle n'est plus que de 212° au lieu de 350°.

Travail de compression.

La formule du travail de compression est :

$$T_c = 0{,}001 \times 10{,}333 \times 2{,}3026 \log. = 25^{\text{km}} 67708$$

Pour un tour de l'arbre, on a donc un diagramme résistant, qui est celui de compression de l'air, et trois diagrammes moteurs équivalant au premier.

Travail moteur.

On a donc :

$$T_m = 2 \times 25{,}67708 = 51^{\text{km.}} 35416.$$

La vitesse de rotation étant toujours de cinq tours à la seconde nous déduisons le travail en chevaux :

$$T_m = \frac{51{,}35416 \times 5}{75} = 3 \text{ ch. } 423.$$

Quantité d'eau à introduire.

Raisonnant comme on l'a fait dans le cas précédent, on a :

$$V_{212} = \frac{V_{15}}{1 + d.\ 15}\left(1 + \alpha.\ 212\right) = 1^{\text{lit.}} 684,$$

volume d'air à 212° ; on a donc la relation

$$3 = 1{,}684 + \text{vol. de la vapeur d'eau.}$$

d'où :

$$\text{vol. de vapeur} = 3 - 1{,}684 = 1.316.$$

Poids de l'eau.

Ayant le volume de cette vapeur, son poids sera

$$p = 1.316 \times \frac{0{,}806}{1 + \frac{212}{273}} = 0^{\text{gr.}}597.$$

soit à l'heure

$$0{,}59703 \times 18000 = 10.746^{\text{gr.}}54.$$

Dépense en calorique.

1° *Chaleur fournie par l'échappement.*

Cette chaleur se décompose en deux phases :

1. Chaleur fournie par l'air et la vapeur d'eau ;

2. Chaleur fournie par la condensation de la vapeur, vapeur saturante, eau de condensation et air.

1re phase.

Nous avons comme précédemment un poids d'air égal à $1^{\text{gr.}}225$ qui sort des cylindres moteurs; la capacité calorifique de l'air sous pression constante étant 0,2379, la quantité de chaleur cédée par l'air sera par différence de température de 1°

$$1{,}225 \times 0{,}2379 = 0{,}2914.$$

De même pour la vapeur

$$0{,}597 \times 0{,}475 = 0{,}2835.$$

Nous représentons ces deux quantités de chaleur fournies par deux droites parallèles à l'axe des x et à une distance de $5^{\text{mm}}82$ et $5^{\text{mm}}66$ (l'échelle adoptée étant de 20^{mm} par calorie).

2° *Température à laquelle commence la condensation de la vapeur.*

Nous appliquons la même méthode que dans les cas du moteur à 350° et 9 atmosphères. Le rapport des volumes, vapeur et mélange est

$$\frac{1,316}{3} = 0,4386.$$

La tension de vapeur au moment où commence la condensation est

$$760 \times 0,4386 = 333^{mm}36.$$

Cette pression correspond à la température de 78°5.

Construction de la courbe représentant la capacité calorifique du mélange.

Nous opérons comme précédemment, en calculant les chaleurs latentes de condensation par la formule:

$$\lambda = 606,5 - 0,595\, t.$$

Nous en déduisons les tableaux suivants :

1. *Condensation de la vapeur.*

t	λ	p		q	
78°5	552,0	$\frac{3}{1 + a.212} \times 0,806 \times \frac{14}{760} =$	0,02500	0,025×552=	13,800
60°0	564,8	»	0,01250	»	7,060
40°0	578,7	»	0,00537	»	3,107
30°0	585,7	»	0,00358	»	2,096

2. *Chaleur fournie par la vapeur saturante.*

t		p	q
78°5	$1,361 \times \frac{333,3}{760} =$	0,5970	0,28350
60°0	»	0,2666	0,12680
40°0	»	0,0984	0,04674
30°0	»	0,0564	0,02679

3. *Chaleur fournie par l'eau de condensation.*

t	p	q
78°5	0	0
60°0	0,597 — 0,2666 = 0,3304	0,3304
40°0	0,597 — 0,0984 = 0,4986	0,4986
30°0	0,597 — 0,0564 = 0,5306	0,5306

Il reste à l'état de vapeur à 30° $0^{gr}0564$ que l'on ne peut condenser. Cette quantité de vapeur entraînée dans l'atmosphère enlève à notre cycle une certaine quantité de chaleur et cela explique que les deux surfaces représentant les quantités de chaleur émises et reçues ne soient pas équivalentes.

3° *Chaleur absorbée par le mélange Air-Eau après le compresseur.*

1re *phase*, comprenant la quantité de chaleur à fournir jusqu'à ce que le mélange air-eau soit complètement transformé en air saturé.

2me *phase*, comprenant la quantité de chaleur nécessaire pour porter le mélange de la température de saturation à la température finale de 212°.

Température de saturation. Le rapport du volume de la vapeur au volume total étant 0,4386, la pression des mélanges étant 12×760, la tension de la vapeur qui correspond à la saturation est

$$12 \times 760 \times 0{,}4386 = 4000^{mm}.$$

Cette tension correspond à une température de 154°17.

Nous pouvons alors établir les tableaux suivants :

1. *Chaleur à fournir pour la vaporisation de l'eau à 154°17.*

t	λ	p	q
30°00	585,70	0,000297	0,1759
60°00	564,80	0,001040	0,5873
90°00	544,00	0,002970	1,5156
100°00	537,00	0,004020	2,1587
120°00	523,10	0,007000	3,6617
140°00	509,20	0,011320	5,7640
154°17	499,00	0,015780	7,8740

2. *Chaleur à fournir à la vapeur saturante de 30° à 154°17.*

t	p	q
30°00	0,00469	0,002227
60°00	0,02165	0,011200
90°00	0,07820	0,037140
100°00	0,11320	0,053700
120°00	0,22200	0,105400
140°00	0,32710	0,176700
154°17	0,59700	0,283500

3. *Chaleur à fournir à l'eau à évaporer de 30° à 154°17.*

t	q	t	q
30°	0,59231	120°00	0,3750
60°	0,57535	140°00	0,2699
90°	0,51880	154°17	— —
100°	0,48380	— —	— —

Échange de température.

En comparant les courbes représentatives de la capacité calorifique du mélange entrant dans les cylindres-

moteurs et du mélange sortant, on voit que la quantité de chaleur que peut céder ce dernier n'est pas complètement récupérée.

En mesurant les surfaces qui s'équilibrent dans les deux courbes on arrive par tâtonnements successifs à admettre que la quantité de chaleur récupérée est limitée par une ordonnée prise à 27^{mm} de l'origiue ($54^\circ + 30^\circ = 84^\circ$); la surface mesurée est 367^{mm}.

Cela donne, en transformant en calories :

$$\frac{367}{10 \times 0{,}5} = 73^{cal.}5$$

Chaleur à fournir au mélange :

1re phase	1592^{mm^2}	318^c4
2me phase	165^{mm^2}	33,2
		351^c6
Chaleur récupérée dans l'échangeur :		73,5
Reste à fournir par le foyer		278^c1

Chaleur à fournir pour maintenir le mélange à 212° pendant la détente par tour :

$$q = \frac{25{,}677 \times 3 \times 5}{425} = 941^{p.\ cal.}5$$

Chaleur totale à fournir par heure :

$$Q = (278{,}1 + 188{,}3) \times 5 \times 3600 = 8385^{g.c.}2.$$

Calcul du même moteur fonctionnant a l'eau pure.

Nous savons que ce moteur comprendra deux cylindres de mêmes dimensions; le travail moteur qu'il fournira sera

$$T_m = 2 \times 25{,}677 = 51^{km.}354 \text{ par tour.}$$

Quantité d'eau consommée. Il nous suffit, connaissant le volume à 212° et le poids spécifique de la vapeur à cette température, de les diviser l'un par l'autre :

$$\frac{0{,}806}{1 + \frac{212}{273}} = 0{,}4532$$

On a ainsi par heure

$$p = 0{,}4532 \times 2 \times 3600 \times 5 = 16{,}315^{gr\cdot}2.$$

Quantité de chaleur à fournir.

1. Chaleur latente totale de vaporisation.
2. Chaleur pour porter la vapeur à 212°.
3. Chaleur pour maintenir la détente isothermique.

1) La chaleur de vaporisation totale est donnée par la formule

$$\lambda_t = 606{,}5 + 0{,}305_t.$$

Les tables de Regnault nous donnent comme température correspondant à une tension de vapeur de 12$^{k\cdot}$ 188°4.

On a donc

$$q_1 = (606{,}5 + 0{,}305 \times 188{,}4)\ 16{,}3152 = 10{,}831^{cal}96.$$

2) Pour surchauffer cette vapeur de 188°4 à 212° sous pression constante

$$q_2 = 16{,}3152 \times 0{,}475\ (212 - 188{,}4) = 182{,}73.$$

3) Pendant la détente de 12 k. à 1 k. :

$$q_3 = \frac{51{,}354 \times 18{,}000}{425} = 2{,}175$$

Soit au total :

$$10.831^{c}96 + 182{,}73 + 2175 = Q = 13.189{,}69.$$

Chaleur fournie par l'échappement.

La vapeur d'échappement va céder une certaine quantité de chaleur q' en s'abaissant de 212° à 100°

$$q' = 112 \times 0{,}675 \times 16{,}315 = 867{,}9$$

Chaleur réellement à fournir.

C'est évidemment

$$Q - q' = 13.189{,}6 - 867{,}9 = 12.321^{gc}7$$

Le rendement économique du moteur Air-Eau par rapport à un moteur à vapeur de même puissance fonctionnant dans les mêmes conditions, est donc :

$$C = \frac{8.385{,}2}{12.321{,}7} = 0{,}68$$

On a donc à réaliser une économie de 32 % en employant le moteur Air-Eau.

(A suivre.)

SUR UN CURIEUX PHÉNOMÈNE D'ADHÉRENCE

DES

LIMAILLES MÉTALLIQUES

SOUS L'ACTION DU COURANT ÉLECTRIQUE[1]

PAR

Thomas TOMMASINA.

Communiqué à la Société de physique et d'histoire naturelle de Genève dans sa séance du 5 janvier 1899.

Occupé depuis quelque temps à des recherches sur les cohéreurs ou radio-conducteurs, dont je résumerai les résultats dans un prochain Mémoire, je viens d'observer un phénomène assez étrange et curieux, qui, à ma connaissance, n'a pas encore été signalé.

J'avais construit de la façon suivante ce qu'on appelle aujourd'hui un cohéreur élémentaire : un petit pendule en laiton nickelé était suspendu à un support au moyen d'un fil métallique très fin, lié à l'un des pôles de la source d'électricité, la boule du pendule avait un centimètre de diametre; au-dessous, à une distance de quelques millimètres un disque de cuivre de 4 cent. de diamètre était soudé à une tige élastique de cuivre fixée à un autre support mobile et liée à l'autre pôle. Le disque étant

[1] Comptes rendus à l'Acad. des sc. de Paris, séance du 12 décembre 1898.

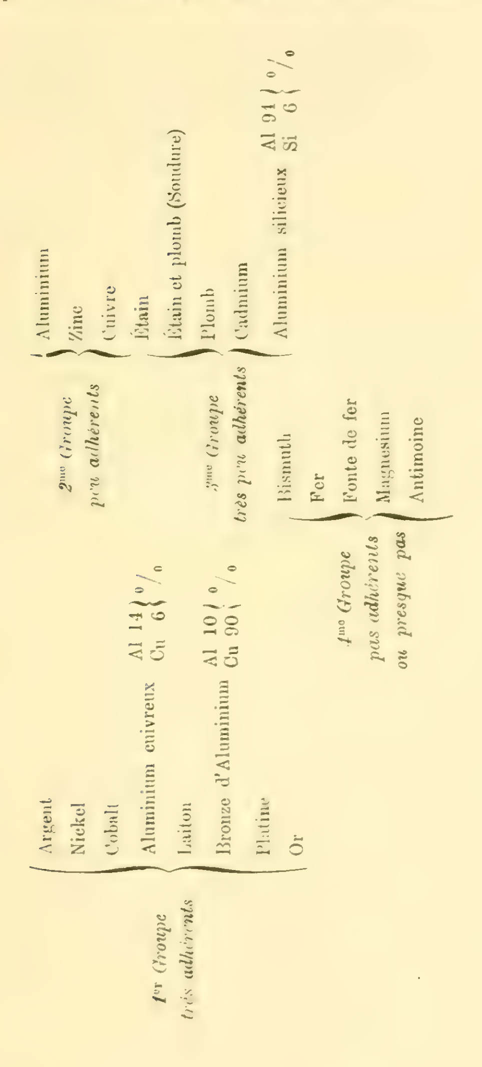
maintenu horizontal et le petit pendule perpendiculaire à son centre, je déposais sur le disque une pincée de limaille de nickel et je faisais descendre le pendule jusqu'à ce qu'il effleurât la limaille.

Pour mes expériences le cohéreur ainsi formé était en circuit avec un accumulateur, une résistance, un comutateur et un relais très sensible; ce dernier agissait pour ouvrir et fermer un autre circuit contenant une autre boîte de résistances, deux accumulateurs et une petite lampe bijou à incandescence. A chaque étincelle de l'oscillateur placé à l'autre bout de la salle, la petite lampe s'allumait, et s'éteignait au plus léger mouvement du pendule.

Or j'observais qu'en abaissant le disque il subsistait entre la boule et la limaille un mince fil brillant, qui, regardé à la loupe, s'est trouvé formé de grains de limaille adhérents l'un à l'autre, sans rigidité, formant ainsi une espèce de chaînette mobile et flexible par laquelle le courant continuait à passer; la lampe restant toujours allumée, et évitant les secousses, je suis arrivé à produire des chaînettes d'une longueur de près de deux centimètres, mais il ne s'en formait toujours qu'une seule. Si la chaînette se casse en bas, et si l'on fait toucher au sommet du petit tas de limaille, le bout qui pendant quelque temps reste encore adhérent au pendule, immédiatement, le courant commence à passer et la petite lampe se rallume. Si on interrompt le courant, la chaînette adhère encore pendant quelques instants, puis se détache et se détruit. On n'a qu'à approcher légèrement la limaille du pendule et éloigner doucement celui-ci pour former une autre chaînette.

J'ai essayé des limailles de différents métaux et allia-

ges, j'ai pu ainsi établir approximativement la série suivante où les métaux sont rangés selon l'ordre décroissant de la propriété adhésive que je viens de signaler.



Groupe	Métaux
1er Groupe très adhérents	Argent
	Nickel
	Cobalt
	Aluminium cuivreux Al 14, Cu 6 %
	Laiton
	Bronze d'Aluminium Al 10, Cu 90 %
	Platine
	Or
2me Groupe peu adhérents	Aluminium
	Zinc
	Cuivre
3me Groupe très peu adhérents	Étain
	Étain et plomb (Soudure)
	Plomb
	Cadmium
	Aluminium silicieux Al 91, Si 6 %
4me Groupe pas adhérents ou presque pas	Bismuth
	Fer
	Fonte de fer
	Magnesium
	Antimoine

N.-B. — On pourrait placer le platine et l'or à cause de leur poids spécifique entre l'argent et le nickel. On voit que la propriété adhésive varie en sens contraire de l'oxidabilité.

Il me semble que cette observation peut avoir quelque valeur pour l'étude de la variation de conductibilité des limailles métalliques dans les cohéreurs[1].

Genève, laboratoire de physique de l'Université, décembre 1898.

[1] En substituant dans le circuit au relais le secondaire d'une bobine de Ruhmkorff, avec trois accumulateurs, je viens d'obtenir avec la limaille de laiton des chaînettes de 105 millimètres de longueur, et avec celle de fer des chaînettes de 36 mm., tous les métaux étant alors plus ou moins adhérents ; même certains d'entre eux changent de place dans la série que j'ai donnée ci-dessus. J'ai pu aussi voir se former des chaînettes dans des liquides diélectriques, tels que l'huile de vaseline.

PÉRIDOTITE ET GABBROS
DU MATTERHORN

PAR

Albert BRUN

(Avec la planche I.)

Communiqué à la Société de physique et d'histoire naturelle de Genève dans sa séance du 1er septembre 1898.

Le Matterhorn, ce pic célèbre, qui élève son sommet jusqu'à l'altitude de 4505 mètres, a une constitution pétrographique encore mal connue. Le professeur Giordano en a donné il y a plus de trente ans une coupe géologique ; depuis, les progrès faits sont insignifiants, tant au point de vue pétrographique, que géologique.

M. Schaefer, en 1893, a reproduit ce que l'on savait sur les gabbros de la moraine du glacier du Zmutt, et décrit une roche du sommet du pic ; mais il n'a pas déterminé les gisements exacts, ni constaté en place la série des roches basiques du Matterhorn.

Les descriptions et opinions qui vont suivre sont donc nouvelles et résultent de mes recherches de l'année 1898.

Un examen du Matterhorn au point de vue de l'orientation de ses couches et de sa pétrographie générale, permet d'énoncer les deux propositions suivantes :

I[re] *proposition.* PLI COUCHÉ.

On sait déjà que l'ensemble des couches se relève vers le N.-E. En observant l'Epaule Suisse on voit que les couches sont pliées comme l'indique le croquis ci-joint, pris sur les lieux.



La roche blanche est un gneiss à mica noir, séricite, par places très semblable à un schiste talqueux avec pyrites, et qui demande une étude plus approfondie. Car il doit être très métamorphique. La roche noire est un gneiss (?) amphibolique[1].

De plus, l'arête de Zmutt a ses couches *concaves* vers le *haut.* L'arête sud-ouest, du pic Tyndal à la Grande-Tour, a ses couches *concaves* vers le *bas.* En sorte que

[1] A mon grand regret je n'ai pu déterminer cette roche qu'à la vue, sans avoir pu la toucher de la main un orage de neige m'ayant empêché de faire l'escalade nécessaire à cette vérification.

je suis porté à admettre que le Cervin forme un pli couché, dont le noyau subsiste encore à l'Epaule Suisse.

IIme *proposition*. MÉTAMORPHISME.

Les roches de ce pli couché, schistes anciens plus ou moins cristallins, gneiss plus ou moins normaux, sont métamorphosés profondément par l'injection de nombreux filons de roches basiques : Péridotites et Gabbros.

Pour faire la *preuve* des propositions ci-dessus, il s'agit d'établir, par points, la pétrographie du pic.

Mais, vu la nature de cette colossale montagne, il s'écoulera beaucoup de temps avant que ce travail soit complet, aussi je pense qu'il est bon de commencer par fixer quelques points d'une façon précise, autour desquels viendront se grouper d'autres observations.

Je m'appliquerai plus particulièrement, ici, aux gabbros et à la péridotite.

PÉRIDOTITE A AMPHIBOLE.

La Péridotite du Matterhorn, est la roche la plus basique du Massif. Elle se trouve en place dans l'Arête de Zmutt, dans la grande paroi dominant l'éperon 2962 m. (Carte Siegfried). C'est une roche très foncée, très tenace et compacte. A l'œil nu on distingue de larges plages d'amphibole de couleur cuivrée, semblables à celles du Mont Collon.

C'est une péridotite franche, c'est-à-dire sans feldspaths.

Ses éléments sont :

De Ire consolidation. Pléonaste, fer oxydulé, Péridot.

De IIe consolidation. 1er stade, Diallage. 2e stade, Amphibole brune, mica noir.

De métamorphisme chimique. Serpentine, fer oxydulé.

Pléonaste. — Ce spinellide forme 2 à 3 millièmes de la roche. Il est en petits grains anguleux, d'un beau vert et absolument isotrope.

Péridot. — L'olivine est très caractéristique; ses formes cristallines nettes et ses arêtes vives séparent immédiatement la péridotite des gabbros, dont l'olivine est globuleuse.

Les cristaux sont assez gros, et très souvent entièrement inclus dans de larges cristaux d'amphibole.

Diallage. — Il appartient au premier stade de formation des minéraux de 2e consolidation.

Ses formes cristallines sont accusées, souvent à terminaisons nettes.

Comme inclusions il contient des lamelles violettes dichroïques (pyroxène titanifère ?).

Il a peu de tendance à la fibrillisation, et se rapprocherait d'un type augitique.

Amphibole. — Ce minéral donne un cachet spécial à la roche. Il contient la majorité de l'olivine en inclusions.

Cette amphibole d'un brun tombac, n'a pas de cristaux terminés. Le dichroïsme est intense. Elle contient de remarquables inclusions brunes rectangulaires ou losangiques, couchées dans la zone *mm* : vues de tranches, ces inclusions sont extraordinairement ténues.

Ce sont elles qui donnent l'éclat cuivré à cette amphibole; par cela ce minéral est identique à celui du gabbro noir d'Arolla. (Voir la planche).

Mica noir. — Assez rare : en petites lamelles, il est à peine ployé. La roche a donc ou bien subi très peu de compressions, ou bien y a résisté. Il semble de deuxième consolidation.

Serpentine. — Rare, provient de l'hydratation du péridot.

L'analyse brute de la Péridotite a donné :

Silice 40,6 à 41,6.
Alumine 10,2 à 15,8.
Magnésie 19,8 à 16,5.
FeO 27,2 à 24,1.
Eau 3,4 à 3,1.

Le fer (tout calculé en FeO) est pour 1/3 soluble dans les acides. Ce tiers appartient donc au Péridot, Serpentine et fer oxydulé.

La roche ne contient qu'une trace de chaux, ce qui explique l'absence des feldspaths.

La Péridotite n'a été que peu comprimée. Les fissures y sont rares, du reste elle est tellement résistante qu'il est possible que les compressions aient eu peu d'influence sur elle.

Je n'ai malheureusement pas pu constater les contacts de cette roche. Elle est du reste rare dans le massif et n'occupe qu'une faible place. Car sur la moraine du Zmutt je n'en ai constaté qu'un seul bloc.

Gabbro a olivine.

Ce gabbro a déjà été décrit par d'autres auteurs qui l'ont trouvé sur la moraine du Glacier de Zmutt. J'ai observé son gisement : il est dans la paroi de l'arête de Zmutt, qui domine le point 2962 m.

Son olivine est globuleuse, le feldspath partiellement zoïzitisé. Sa teinte est gris verdâtre. Sa cristallinité est moins prononcée que celle de la péridotite. Il est abon-

dant dans l'arête du Zmutt et son contact avec le gabbro blanc doit se trouver vers 3050 m. sous la neige qui sépare l'éperon 2962 de la montagne principale.

Gabbro blanc sans olivine.

(Euphotide de Giordano)

Le prof. Giordano a annoncé que cette roche se trouve dans la paroi Sud-Ouest à l'altitude de 3300 m. J'ai découvert en outre un gisement considérable de cette roche en place. L'éperon 2962 m. en est presque formé totalement. Cette roche est composée par un feldspath Labrador presque entièrement zoïzitisé. Le diallage est vert sans contours cristallins. Il est assez altéré, sa biréfringence a diminué et sa fibrillisation est avancée.

Il est fortement ployé et ondulé, indice de fortes compressions.

Il présente par son aspect et sa constitution microscopique, une identité complète avec le gabbro blanc de l'arête et du vallon de Bertol à Arolla.

Contact. Je n'ai pas pu constater en place le contact de cette roche avec les schistes encaissants. Mais à l'altitude de près de 3000 m., j'ai trouvé au pied de la paroi du Zmutt un bloc tombé qui présentait un superbe contact. Au voisinage de la roche acide, et déjà à une certaine distance, il se développe dans le gabbro des cristaux d'amphibole brune qui vont en grandissant à mesure que l'on se rapproche du contact.

En sorte que la zone séparative des deux roches, est formée par un banc de superbes et énormes cristaux d'une amphibole brune légèrement hydratée. Il se développe aussi du sphène.

Gabbros du sommet du Matterhorn.

Le sommet du pic étant un point de repère de premier ordre, il importait d'en fixer le mieux possible la constitution [1].

Les roches décrites par les auteurs sont au nombre de deux :

Par Giordano, un gneiss talqueux (année 1865).

Par Schæfer, une roche à zoïzite talc et amphibole, avec traces de clinochlore (année 1893).

Mes observations ont montré que le sommet portait en outre les roches suivantes (année 1898):

Au Sommet suisse. *A.* une roche noire à zoïzite, trémolite, talc et diallage brun.

Au Sommet italien. *B.* une roche jaunâtre à zoïzite, trémolite et diallage.

Au Sommet suisse. *C.* une microgranulite (aplite) avec larges filons d'amphibole verte et trémolite (semble contenir du diallage très altéré ? ?)

» » *D.* un schiste gris talqueux.

Les roches A et B sont des Gabbros; j'estime que la roche C est une roche de contact.

Gabbro du sommet suisse (4484 m).

Ce gabbro est plus ou moins profondément altéré.

Il est compact, noir; par places assez tendre; certaines

[1] Je dois remercier MM. Kündig, Miney, W. Maunoir, Séchehaye, alpinistes distingués, qui ont bien voulu me remettre des échantillons authentiques du sommet du Cervin, venant compléter la série récoltée par moi-même.

parties sont si complètement métamorphosées que l'on a de la peine à reconnaître un gabbro. En d'autres blocs, l'on constate une zoïzitisation moins profonde du Labrador. Le diallage est brun, souvent encore intact, ayant même conservé sa forme cristalline; ailleurs il est fibrillisé et les fibrilles plus ou moins ployées passent insensiblement à l'actinote; il se développe du talc et beaucoup de trémolite : (ce doit être une portion de cette roche où le diallage avait disparu que M. Schæfer a décrite).

Il n'est pas étonnant que le gabbro du sommet soit le plus métamorphosé. Les variations de température et d'humidité, beaucoup plus amples là que dans la vallée, permettent une transformation cristalline et chimique beaucoup plus rapide et profonde. La température d'un bloc de rocher au sommet du Cervin ou d'un pic semblable, passe de + 30° à — 28° et dans une période de 24 heures peut passer de + 30° à — 10° et au delà. Au soleil, la roche s'échauffe jusqu'à devenir brûlante pour geler ensuite pendant la nuit.

Gabbro du sommet italien (4505 m).

Le gabbro du sommet italien est d'une couleur vert jaunâtre. La masse est pour ainsi dire complètement zoïzitisée et tendre, et il ressort des cristaux de pyroxène encore durs et presque intacts facilement visibles à l'œil nu. Le pyroxène est peu modifié; souvent ses terminaisons sont encore nettes. Il semble que tout l'effort de la modification chimique se soit porté sur le Labrador. Par places cependant on observe bien de la trémolite et du talc et le diallage a alors plus ou moins disparu.

Ces deux roches ne peuvent pas être des schistes à

pyroxène, *ce sont bien des gabbros altérés,* ce dont on ne peut douter lorsque l'on a étudié la série des altérations de cette roche tant dans le massif d'Arolla que du Cervin. Ces deux roches n'en font qu'une, les apparences différentes provenant de l'action de l'eau.

Le sommet du Matterhorn forme donc une zone de contact de gabbros et de schistes cristallins avec développement d'amphibole, comme je l'ai constaté aussi à la base de ce pic.

Conclusion.

La deuxième proposition se trouve donc démontrée par la constatation de roches à pyroxène en filons sur toute l'étendue de la face sud-ouest du Matterhorn.

La preuve *absolue* du pli doit encore être donnée par l'étude de la concordance pétrographique des couches de part et d'autre du noyau de l'Épaule Suisse.

Malgré les difficultés et les dangers de cette entreprise, je ne doute pas qu'elle soit un jour menée à bien.

A PROPOS

D'UNE

SÉRIE DE 51 CRANES DE CRIMINELS

PAR

Eugène PITARD.

Durant un séjour que j'ai fait au laboratoire d'Anthropologie de l'Ecole des Hautes Etudes à Paris, M. le professeur L. Manouvrier a bien voulu me confier l'étude crâniométrique d'une série importante de 51 crânes de criminels français, provenant de la Nouvelle Calédonie, et donnés au laboratoire par M. Billoreau, médecin de la marine. Les résultats détaillés de cette étude ont été en grande partie publiés dans le *Bulletin de la Société d'Anthropologie de Paris* (fasc. 3, 1898). Afin de pouvoir établir des comparaisons avec les crânes de Français quelconques, j'ai, sur les conseils de M. le prof. Manouvrier, cherché dans les registres de Broca, déposés au laboratoire, trois séries de 51 crânes français provenant des Catacombes. Ces crânes ont été, comme on le sait, ramassés dans les anciens cimetières de Paris et ils ont appartenu à des individus arrivés de toutes les parties de la France. Les séries ainsi obtenues, formées toutes deux de crânes masculins, sont comparables entre elles et les chiffres qui proviennent des mesures prises sur les uns et les autres peuvent être

mis en regard utilement. Ces chiffres ont démontré qu'il n'y pas, *généralement*, de différences entre les crânes de ces criminels et ceux ayant appartenu à des Français quelconques.

Comme dans la publication indiquée ci-dessus, je n'ai pas exposé certaines comparaisons des résultats que j'ai acquis avec ceux obtenus par des prédécesseurs qui ont étudié comme moi des séries françaises et que ces comparaisons me paraissent être intéressantes, je crois utile d'indiquer celles-ci, tout en restant dans d'expresses réserves relativement à leur signification par rapport à la « criminalité ».

Les 51 crânes de criminels étaient tous en bon état; la calotte crânienne ayant été sciée dans le plan horizontal il était nécessaire de prendre des précautions pour les diverses mensurations à affectuer. Tous les chiffres qui figureront ci-dessous représentent des diamètres ou des indices moyens.

Comme mesures crâniennes et crânio-faciales présentant des différences appréciables dans les deux séries on a les suivantes:

		Criminels.	Catacombes.
Diamètre	antéro-postérieur maximum	181.35	182.91
»	Métopique	179.41	181.99
»	Frontal minimum	97.02	99.27
»	Bijugal	111.82	114.16
»	Bizygomatique	131.56	133.21

Les comparaisons sont forcément restreintes à cause du plus petit nombre de mesures prises sur les crânes des Catacombes que sur ceux des criminels. Le diamètre basio-bregmatique aussi paraît être généralement un peu plus élevé dans les crânes des criminels.

Certaines courbes mesurées sur ces crânes sont certainement intéressantes à étudier par comparaison, notamment la courbe sous-cérébrale et la courbe frontale. Plusieurs de ces comparaisons ont déjà été faites auparavant par MM. Orchansky, Ten Kate, Manouvrier et d'autres auteurs. Voici d'abord quelques chiffres relatifs à la courbe sus-auriculaire et à la courbe horizontale totale dans ces deux séries :

	Criminels.	Catacombes.
Courbe sus-auriculaire	306.96	—
» horizontale totale	516.08	520.45

M. Manouvrier avait trouvé pour une autre série de criminels le chiffre de 308 pour la courbe sus-auriculaire, pendant que cette courbe moyenne chez les Français quelconques est de 312. Quant à la courbe sous-cérébrale et à la courbe frontale le même auteur a montré que la première paraît être *toujours* plus petite dans les crânes de criminels que dans les autres crânes. Voici par cette autre courbe les chiffres de divers auteurs avec les nôtres en regard.

Orchansky.	Ten-Kate.	Bordier.	Manouvrier.	Pitard.
22.8	22.3	26.3	21.	18.55

Les chiffres représentatifs de cette courbe dans les crânes de Français quelconques sont toujours plus élevés que ceux-ci.

La courbe frontale a donné les chiffres qui suivent :

Orchansky.	Ten-Kate.	Bordier.	Manouvrier.	Pitard.
100.2	104.8	99.8	101.68	108.39

Elle est représentée par le chiffre 110.90 chez les Parisiens du cimetière de l'Ouest (Bordier).

Les tableaux ci-dessus sont d'autant plus intéressants qu'on a montré que la courbe sagittale est la même

dans les crânes des criminels et dans les crânes quelconques (Manouvrier).

En ce qui concerne les indices il n'y a pas lieu de les rappeler tous dans cette très courte note. Voici le classement des 51 crânes de criminels d'après l'indice céphalique :

Dolichocéphales	9	soit le	17.65 %	avec	l'indice	moyen	72.62
Sous-dolichocéphales	9	»	17.65	»	»	»	»	76.39
Mésaticéphales	14	»	27.45	»	»	»	»	78.84
Sous-brachycéphales	11	»	21.57		»	»	»	81.52
Brachycéphales	8	»	15.69		»	»	»	85.72

La différence entre le plus dolichocéphale (69.03) et le plus brachycéphale (87.64) est de 18 unités.

Ce tableau permet de voir qu'il y a, à l'encontre de certaines opinions, autant de criminels dolichocéphales que de criminels brachycéphales. Le plus grand nombre de crânes sont mésaticéphales ce qui paraît tout naturel dans un pays dont la population est mixte comme la population de la France.

Parmi les autres indices nous ne retiendrons que l'indice vertical de longueur qui paraît être aussi toujours plus élevé chez les crânes de criminels : nous indiquons sommairement quelques chiffres comparatifs :

Orchansky.	Ardouin.	Bordier.	Pitard.
75.30	73.28	73.94	72.83

Pour les crânes provenant des Catacombes le chiffre de cet indice est 71.86.

Il n'est pas question d'entrer ici en discussion sur la question de savoir s'il existe ou non des rapports entre la forme du crâne ou divers caractères du crâne et

la criminalité ou certaines formes de la criminalité, d'ailleurs nous manquons d'éléments pour une telle discussion et en l'espèce nous ne la croyons guère opportune. Mais il nous semble possible de résumer les conclusions des recherches dont nous avons parlé ci-dessus sous la forme simple que voici :

L'étude des faits généraux, c'est-à-dire les moyennes crâniométriques recueillies chez les crânes de criminels, nous montrent que ces crânes *paraissent* posséder quelques caractères qui les différencient des autres crânes ayant appartenu à des individus quelconques faisant partie du même groupement ethnique.

Parmi ces caractères différentiels il faut signaler en premier lieu la petitesse du frontal ; peut-être un plus grand diamètre basio-bregmatique ; et une plus grande valeur de l'indice vertical de longueur. L'excès de la courbe sous-cérébrale notamment, semble être un caractère bien tranché des crânes de criminels.

Cette dernière constatation ne fait qu'appuyer une remarque déjà signalée par notre maître, M. Manouvrier (*Bull. Soc. Anthrop. de Paris*, 1883).

Toutefois il convient de ne pas oublier que criminel signifie dégénéré et qu'il est très probable qu'une série de crânes de dégénérés non criminels nous donnerait des résultats (différences) sinon identiques, du moins analogues. Rappelons aussi que les différences ci-dessus sont très faibles.

BULLETIN SCIENTIFIQUE

CHIMIE

Revue des travaux faits en Suisse.

A. Samtleben. Sur quelques perhaloïdes. (*Berichte*, XXXI, 1141, Bâle)

On sait que certaines bases azotées de la série grasse et de la série aromatique ont la faculté d'additionner les halogènes Les iodhydrates des alcaloïdes par exemple additionnent de l'iode pour former des superiodures insolubles. L'auteur s'est proposé d'examiner plus particulièrement l'action des halogènes sur les amines tertiaires de la série du benzène ainsi que sur quelques bases cycliques acétoniques. Lorsqu'on fait réagir le brome, l'iode ou le chlorure d'iode sur les bases tertiaires libres de la série aromatique il se forme des produits de substitution mais si on les fait réagir sur les chlohydrates, bromhydrates ou iodhydrates des dites bases il se forme en général des produits d'addition colorés. Dans presque tous les cas observés il se forme des composés de la formule générale $RHX - X_2$ dans laquelle $R =$ une amine tertiaire et X un atome d'halogène. Ces perhaloïdes peuvent être réprésentés par les formules suivantes: R.HCl.ClJ; $R.HBr.Br_2$; $R.HJ.J_2$. La tétraméthyldiamidobenzophénone qui renferme deux groupes d'amine tertiaire s'empare de la quantité double d'halogène. Le chlorhydrate de nitrosodiméthylaniline se comporte différemment il n'est susceptible d'additionner qu'une $^1/_2$ molécule de chlorure d'iode. De même que la plupart des perhaloïdes ceux des amines tertiaires sont doués d'une stabilité relativement faible. Tandis que les combinaisons du chlorure d'iode avec la pyridine et la chino-

line ainsi que leurs chlorhydrates sont scindés par la lessive de soude, les mêmes combinaisons de la diméthylaniline et de la diéthylaniline subissent par l'action de la lessive de soude une transposition, l'atome d'iode émigre dans le noyau en position para relativement au groupe « amido ». Les periodures et en particulier les perbromures subissent facilement cette transformation. Si la position para est occupée il y a départ d'halogène et régénération d'amine. De même que la tétraméthyldiamidobenzophénone, les dérivés des amines tertiaires tels que le bleu méthylène, le violet cristallisé, la rhodamine forment avec l'iode ou le chlorure d'iode des produits d'addition bien cristallisés. L'auteur a préparé aussi un *jododichlorure* de *triméthylphénylammonium* qui se comporte vis-à-vis la lessive de soude d'une manière analogue aux iodochlorures de quinoline et de pyridine; l'action du brome sur les bromhydrates de deux bases nucléaires hydrogénées la triacétoalkamine et la N-méthytriacétoalkamine a aussi été étudiée sur les conseils du Dr Pauly qui a déjà décrit un bromhydrate de perbromtriacétonamine très instable. On trouvera dans la partie expérimentale de ce mémoire tout le détail des recherches faites à ce sujet. F. R.

E. Schulze. Éléments constituants de la graisse de laine. (*Berichte*, XXXI, 1200, Zurich.)

L'auteur fait remarquer que si ses résultats diffèrent de ceux de Darmstaedter et Lifschütz, c'est que la graisse de laine est essentiellement variable surtout en ce qui concerne la proportion de cholestérine et d'isocholestérine.

E. Bamberger et Jan Lagutt. Action de la phénylhydroxylamine sur l'aniline et sur l'acide sulfurique en présence d'alcool (*Berichte*, XXXI, p. 1500, Zurich.)

La phénylhydroxylamine chauffée avec l'alcool absolu et de l'acide sulfurique, donne de l'azoxybenzène, de la *p.* et de l'*o.* phénéditine, du *p.* et de l'*o.* aminophénol, de l'aniline, du nitro-

phénol, du phénol et encore d'autres produits; à froid on n'obtient que de l'azoxybenzène, de l'aniline et du *p.* aminophénol; dans aucun cas on n'a pu isoler $C_6H_5.NH.OC_2H_5$.

L'action de l'aniline sur la phénylhydroxylamine en présence de chlorhydrate d'aniline à chaud, a donné de l'azoxybenzène, diverses matières colorantes, de la benzidine, de la *p.* aminodiphénylamine, de l'*o.* aminodiphénylamine et des traces de chroraniline.

Parmi les produits de la décomposition spontanée de la nitrosophénylhydroxylamine, Bamberger a réussi à isoler du diphényle en petite quantité.

E. Bamberger. Combinaison du naphtol et du mercure (*Berichte*, XXXI, p. 2624, Zurich.)

O. Dimroth a signalé dernièrement que le phénol se combine très facilement à l'acétate de mercure; l'auteur avait fait la même remarque il y a quelques années avec le β naphtol et il décrit l'acétate de β oxynaphtyle-mercure $C^{10}H^6.HgOCOCH^3.OH$ 1. 2- qu'il avait obtenu en ajoutant une solution acétique de β naphtol à de l'acétate de mercure. Le composé en question est en aiguilles brillantes, fusibles à 185° en se décomposant; il est peu soluble dans la plupart des dissolvants à l'exception de l'acide acétique bouillant. Il suffit de faire bouillir quelques instants ce sel avec HCl étendu pour régénérer le β naphtol; le chlorure de diazobenzène, le nitrate de p- nitrodiazobenzène le décomposent également. L'α naphtol se transforme aussi facilement que son isomère en sel de mercure.

E. Schulze. Sur les produits de dédoublements des matières protéiques des semences de conifères (*Zeit. physiol. Chem.*, 24, p. 276, Zurich.)

L'auteur montre qu'on obtient de grandes quantités d'arginine quand on décompose par HCl et $SnCl_2$ les matières albuminoïdes extraites des semences d'Abiès pectinata et de Picea exelsa. F. R.

COMPTE RENDU DES SÉANCES

DE LA

SOCIÉTE DE PHYSIQUE ET D'HISTOIRE NATURELLE DE GENEVE

Séance du 17 novembre 1898.

Cailler. Intégration des équations différentielles de Laplace. — Dussaud. Microphonographe.

M. Cailler communique les résultats de recherches entreprises par lui sur l'*intégration des équations différentielles de Laplace.* A la méthode ordinaire on peut en substituer une autre basée sur le théorème suivant.

Si λ_1 et λ_2 sont les solutions de deux équations de Laplace, de même ordre et de mêmes modules (on appelle modules les facteurs de la variable dans les coefficients de l'équation de Laplace), l'intégrale $\int \lambda_1(2)\lambda_2(x-2)d_2$ vérifie une troisième équation de Laplace de même ordre et de mêmes modules. Pour l'exactitude du théorème, il faut choisir convenablement le contour d'intégration ainsi que les intégrales λ_1 et λ_2.

M. Cailler indique quelques applications de ce théorème aux fonctions de Bessel et termine en signalant la généralisation dont est susceptible la formule donnée par Abel pour résoudre l'équation fonctionnelle

$$\int_0^x \frac{f^1(z)}{(x-2^n)} d_2 = f(u)$$

M. F. Dussaud expose et décrit son *microphonographe* [1].

[1] Voir *Archives*, T. VI, p. 362, 1898.

Séance du 1er décembre.

Arnold Pictet. Hyménoptères et Diptères parasites de chenilles. — Ch. Soret. Causes produisant des cristaux gauches ou droits.

M. Arnold Pictet présente une note sur *les Hyménoptères et Diptères parasites de chenilles.* Les Hyménoptères parasites de chenilles appartiennent à la famille des *Ichneumoniens.* La femelle pond un œuf sous la peau de la chenille; la larve se développe rapidement, car la vie larvaire du parasite est beaucoup plus courte que celle de la chenille. D'un autre côté, certaines larves d'Ichneumoniens ne passent à l'état de nymphe qu'une fois que la chenille a construit son cocon, et ce n'est que dans ce cocon que la transformation a lieu. Il arrive donc souvent qu'une larve se trouve commencer sa vie à l'intérieur d'une chenille trop jeune, qui atteindra sa dernière phase longtemps avant que le parasite soit apte à devenir nymphe. M. Pictet pense que les chenilles qui se sentent atteintes par une larve d'Ichneumonien qui est arrivée à sa maturité, construisent alors leur cocon, même si elles sont beaucoup trop jeunes et à un moment où, en bonne santé, elles n'auraient jamais pu le faire, soit qu'elles sentent leur mort prochaine, soit qu'elles cherchent, par instinct, à protéger celui dont elles sont la victime.

C'est sur une chenille de *Bombyx Lanestris* qu'il a fait une observation qui le prouverait : La chenille avait atteint la moitié de sa grandeur, elle semblait devoir muer, quand elle construisit très rapidement un petit cocon, passablement plus petit et moins serré, mais semblable aux cocons normaux de même espèce. L'Ichneumon éclosait 3 semaines après.

M. Pictet a également observé un cas semblable sur une chenille de *Bombyx Neustria*, qui elle aussi, construisit un petit cocon quand elle avait à peine atteint la moitié de sa grandeur. Seulement, au lieu d'un Ichneumonien, c'est un Diptère, une grosse mouche de la famille des *Tachinaires* (genre *Echinomie*) qui éclosait 3 semaines après. Les femel-

les des parasites connaissent bien cette particularité qui facilite leur ponte.

Parmi les Hyménoptères parasites, il faut encore citer ceux du genre *Microgaster* dont les femelles effectuent toute leur ponte sur une même chenille. Au moment de leur maturité, les larves sortent toutes à la fois en pratiquant chacune une petite ouverture à travers la peau de la chenille et construisent chacune un petit cocon soyeux, dont la masse entoure complètement la chenille. Ainsi agit le *Microgaster glomeratus* très répandu en Europe. M. Pictet a remarqué sur une chenille d'*Acronycta Rumicis* que les larves de *Microgaster perspicuus* ne se transforment pas sur la chenille : avant d'achever leur cocon, elles poussent loin d'elles et avec la partie antérieure de leur corps, la dépouille de celle qui fut à la fois leur nourrice et leur berceau. Cette chenille était infestée de 52 larves et vécut encore deux jours, complètement vidée. Sur une chenille de *Bombyx Quercus,* il a trouvé 20 larves d'un parasite semblable.

M. Ch. Soret a fait, sans grand succès d'ailleurs, d'assez longues recherches pour tâcher d'élucider les *causes qui donnent lieu à la production des cristaux gauches ou droits* dans les sels actifs à l'état de cristaux et inactifs en solution.

Pour le carbonate de guanidine, M. Soret a trouvé comme M. Bodewig, mais moins prononcée, une prédominance des cristaux droits. Sur 16 dépôts, il en a trouvé 9 en majorité dextrogyres, et 7 en majorité levogyres, faisant en tout 221 cristaux droits du poids total de 81 grammes, et 165 cristaux gauches, du poids total de 28 grammes.

Pour le silicotungstate de potassium, il n'a pu, comme M. Wyrouboff, obtenir que des cristaux droits, au nombre de 86, bien qu'il ait essayé, 1° de renverser le champ dissymétrique combiné de la pesanteur et du magnétisme terrestre, par l'emploi d'aimants convenablement placés; 2° d'éliminer l'influence possible d'impuretés dissymétriques provenant de l'atmosphère, soit en ajoutant à la solution de petites quantités de substances oxydantes, soit en soumettant le silicotungstate à plusieurs cristallisations et dissolutions

successives en tubes scellés, soit en chauffant les solutions en tubes scellés dans une marmite de Papin à deux atmosphères.

Le chlorate de soude passe pour donner à peu près également des cristaux des deux espèces. C'est ce qui resulte en particulier des recherches récentes de MM. Pope et Kipping. Aucune influence positive n'a pu être reconnue, soit de la présence dans la solution de lames de quartz gauche ou droit sur lesquelles le chlorate se déposait en cristallisant, soit d'une agitation de la solution par un agitateur tournant toujours dans le même sens, et créant en combinaison avec la pesanteur une sorte de champ dissymétrique; soit d'un renversement du champ magnétique terrestre, soit du mélange de petites quantités de tartrates. Il conviendrait cependant de multiplier ces essais, car Pope et Kipping ont observé une influence exercée par le mélange de petites quantités de dextrose ou d'isodulcitol à la solution.

Dans les cristallisations à l'air libre faites par M. Soret à diverses époques de 1891 à 1895, il s'est produit en général un excès de cristaux gauche ; 20 solutions de divers échantillons de chlorate ont donné 38 dépôts en majorité droits, 73 dépôts en majorité gauches, et 5 égaux; en tout 4657 cristaux droits contre 6504 gauches.

Dans des tubes scellés, il ne se forme en général qu'un ou deux cristaux. On peut les examiner sans ouvrir le tube, les redissoudre par la chaleur et l'agitation, continuées jusqu'à ce que le tube puisse être refroidi lentement à la température ordinaire sans cristalliser. Les cristaux se forment ensuite au bout d'un temps plus ou moins long dans la solution sursaturée.

Sur 50 tubes mis en expérience, 23 ont donné un excès de dépôts droits et 20 un excès de dépôts gauches. En tout 433 dépôts droits, 411 gauches, 94 mixtes; c'est à peu près l'égalité. Cette différence entre les cristallisations à l'air libre et en tubes scellés semblerait indiquer une influence des poussières de l'atmosphère. Une influence de ce genre paraît se manifester, dans les cristallisations en vase clos, par le fait que les premiers dépôts se succèdent beaucoup

plus rapidement que ceux qui viennent après, et sont beaucoup plus souvent formés de plusieurs cristaux de signes différents. Cependant les premiers dépôts ne présentent rien de spécial quant à leur signe. Si l'on compare les dépôts successifs d'un même tube scellé, toutes précautions prises pour éliminer dans chaque cas la possibilité d'une dissolution incomplète du dépôt précédent, il semble y avoir une tendance à la conservation du signe. 25 tubes ont donné un excès de conservations, 17 un excès de changement. En tout on trouve 413 conservations contre 333 changements. On n'a naturellement fait entrer en ligne de compte que les cas où aucun des deux dépôts successifs comparés n'était mixte.

Tous ces résultats sont très incertains, et ne suggèrent aucune explication des propriétés paradoxales du silicotungstate de potassium. Il serait désirable que des recherches sur ce sujet fussent entreprises de divers côtés et fournissent des faits assez nombreux pour être concluants.

Séance du 15 décembre.

Secrétaire des publications. Tome XXXIII (1re partie) des Mémoires de la Société. — F. Battelli. Etude des effets des courants à haute fréquence sur les organismes vivants. — L. de la Rive. Propagation d'un allongement graduel et continu dans un fil élastique.

M. le secrétaire chargé des publications, présente à la Société le Tome XXXIII (1re partie) des Mémoires de la Soc. de Physique et d'Hist. Naturelle de Genève, lequel paraîtra fin décembre.

Ce volume renferme :

a) Parti administrative : Rapport pour 1897. Tableau des membres. Liste des Associations correspondantes. Bibliographie.

b) Un mémoire intitulé : *Recherches Géologiques et pétrographiques sur le massif du Mont-Blanc* par Louis Duparc et Ludovic Mrazec (227 pages).

Cet important mémoire renferme 24 planches, entre autres de remarquables clichés zincographiques de vues prises de points jusqu'ici inexplorés du massif.

M. le D[r] Frédéric Battelli, assistant de Physiologie à l'Université de Genève, communique une note intitulée : *Contribution à l'étude des effets des courants à haute fréquence sur les organismes vivants.*

Pour cette série d'expériences je me suis servi de l'appareil que j'ai décrit dans un travail précédent [1]. Par cet appareil je pouvais modifier le nombre des oscillations des courants à haute fréquence, de façon à produire la contraction musculaire d'une grenouille, ou bien à laisser l'animal absolument tranquille.

Je disposerai les expériences dans une série de cas. La grenouille était toujours placée sur une plaque en ébonite bien isolée, et ses membres postérieurs plongeaient dans deux petits verres remplis d'eau.

1er cas. — Dans un des verres sont introduites les deux électrodes à l'induit de Tesla ; dans le second verre plonge un fil métallique, qui peut être mis en communication avec le sol. On dispose l'appareil de Tesla de façon que l'animal ne présente point de contractions; puis on met le fil métallique au sol ; la *grenouille entre en tétanos.*

2me cas. — Les deux électrodes du transformateur de Tesla et un fil conducteur plongent dans le même petit verre. L'appareil de Tesla est disposé de façon que la grenouille présente des contractions. En mettant le fil conducteur en communication avec le sol, *les contractions diminuent.*

3me cas. — Chacune des deux électrodes du transformateur de Tesla plonge dans un verre; et dans un des deux verres est immergé aussi le fil conducteur. L'appareil de Tesla est disposé de façon que la grenouille présente des contractions. Quand le fil conducteur est mis au sol, *les contractions de la grenouille diminuent.*

4me cas. — Une seule électrode plonge dans un verre; l'autre électrode est tenue isolée; l'animal ne présente pas alors de contractions. En mettant ensuite l'électrode isolée au sol, les *contractions tétaniques apparaissent.*

[1] Un apparechio per produrre correnti di alta frequenza, etc. Rivista Veneta di Scienze medicha. ànno XV, 15 Luglio 1898.

5me cas. — Une seule électrode plonge dans un verre, l'autre pôle est tenu isolé ; dans l'autre verre est immergé un fil conducteur. La grenouille ne présente pas de contractions. En mettant ensuite le fil conducteur au sol, l'animal entre en tétanos.

Tous les cas précédents s'observent de même, bien que dans une mesure plus faible, si on met le fil conducteur en communication avec l'armature d'un condensateur. En outre ces phénomènes sont aussi vrais pour la sensibilité, et peuvent être observés sur une personne qui est placée sur un tabouret isolant, et qui plonge un doigt de chaque main dans les deux verres.

Les cas suivants se rapportent exclusivement à la sensibilité.

6me cas. — La personne est isolée et plonge un doigt dans un verre, dans lequel arrive une seule électrode. L'appareil de Tesla est disposé de façon que la personne a une sensation du courant assez distincte. Le verre est ensuite mis en communication avec le sol ; la sensation du courant *cesse presque complètement.*

7me cas. — Chaque électrode aboutit à un verre. La personne est isolée et plonge un doigt dans un verre ; elle éprouve une sensation faible. En plongeant l'autre main dans l'autre verre, la sensation *augmente faiblement*.

8me cas. — Chaque électrode aboutit à un verre. La personne n'est pas isolée et plonge un doigt dans un verre. L'appareil de Tesla est disposé de façon que la sensation soit assez distincte.

En plongeant ensuite un doigt de l'autre main dans le second verre, *la sensation diminue de beaucoup.*

9me cas. — La personne est isolée et tient un doigt plongé dans chacun des deux verres. En se mettant ensuite en communication avec le sol, *la sensation augmente.*

M. L. DE LA RIVE fait une communication sur : *la propagation d'un allongement graduel et continu dans un fil élastique.*

Les deux extrémités d'un fil élastique sont l'une fixe et l'autre assujettiè à se mouvoir avec une vitesse constante

suivant l'axe du fil qui subit aussi un allongement graduel. L'auteur a trouvé une solution de problème théorique d'où résultent les conséquences suivantes :

1° Le mouvement d'un point quelconque du fil est périodique et la durée de la période est le temps employé par une perturbation longitudinale pour parcourir deux fois la longueur du fil avec la vitesse du son.

2° Le point se meut dans le sens de l'allongement pendant une partie de la période, désignée par *période efficace*, correspondant au parcours par le son de deux fois la distance du point à l'extrémité fixe, et ce mouvement a lieu avec la vitesse constante de l'extrémité qui se meut. Pendant l'autre partie de la période totale le point est immobile.

L'auteur a vérifié ces résultats en observant l'allongement d'un ressort en hélice formé par un fil de laiton dur de 0,5 mm. de diamètre enroulé en spires dont le diamètre est 6,5 mm. L'hélice est suspendue verticalement; son extrémité supérieure est fixe et l'inférieure est entraînée par un cordon qui s'enroule sur un cylindre tournant régulièrement. La hauteur totale est d'environ 8 m., l'observation a porté sur deux points, l'un à 1,42 m., l'autre à 4,40 m. au-dessous du point fixe. L'allongement a lieu, comme l'indique la théorie, par petits mouvements rapides suivis d'un temps d'arrêt. La période a bien la durée qui correspond au parcours du fil par une perturbation. Pour rendre l'observation plus précise, on a projeté l'image aggrandie des spires sur une bande de papier quadrillée au centimètre se déplaçant horizontalement et sur laquelle l'extrémité de l'image d'une spire paraît tracer une courbe qui exprime les circonstances du mouvement.

COMPTE RENDU DES SÉANCES

DE LA

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE GENÈVE

Séance du 10 novembre 1898.

F. Kehrmann et R. Kaiser. Dinitrodiphénylamine. — P.-A. Guye et Radice. Détermination de températures critiques.

M. F. Kehrmann annonce qu'il a obtenu, en collaboration avec M. R. Kaiser, la *dinitrodiphénylamine 1. 2. 6.*

NO_2

—NH—

—NO_2

en traitant l'iododinitrobenzène 1. 2. 6 par l'aniline. Le produit cristallise dans l'alcool en jolies aiguilles rouge grenat, fusibles à 106°. Les auteurs se proposent de l'utiliser à des essais synthétiques dans le groupe de la rosinduline.

M. le prof. P.-A. Guye communique les résultats de recherches qu'il a entreprises avec M. Radice pour déterminer les *températures critiques des composés organiques.* Il ressort de ce travail qu'un petit nombre seulement de corps organiques sont stables jusqu'à la température critique. On n'a pu obtenir de résultats satisfaisants qu'avec les nitriles, l'aniline, le phénol, quelques homologues de ces deux derniers corps, quelques carbures (naphtaline, biphényle, diphénylméthane) et la pyridine.

La température critique de l'iode a été déterminée approximativememt et trouvée égale à 502° environ.

Séance du 8 décembre.

C. Græbe. Constitution de l'auramine. Acide dichlorophtalique 3. 4. — E. Ackermann. Analyse du lait.

M. le prof. GRÆBE discute la constitution de l'*auramine*. Il estime que ce corps doit être rangé dans la classe des colorants cétoniques, conformément à la formule qu'il a proposée il y a plusieurs années[1]. Sa coloration serait due à la présence du groupe chromophore C=NH et non à une structure quinonique.

M. GRÆBE parle ensuite de l'*acide dichlorophtalique* employé dans l'industrie pour la fabrication de l'éosine. Il rappelle que M. Le Royer avait établi[2] que, dans cet acide, les deux atomes de chlore se trouvent en *ortho* l'un par rapport à l'autre. Il ne peut donc posséder que l'une des deux formules suivantes :

Cl
Cl ⟨ ⟩ COOH
COOH
I

Cl ⟨ ⟩ COOH
Cl ⟨ ⟩ COOH
II

MM. Claus et Groneweg ayant préparé, à partir du dichloroxylène 1. 2. 4. 5. l'acide de la formule II et celui-ci s'étant trouvé différent de l'acide dichlorophtalique industriel, il en résulte que ce dernier doit répondre à la formule I : cela est, du reste, confirmé par la nature des produits d'éthérification qu'il fournit. Pour lever cependant tout doute à cet égard, M. Græbe a transformé l'acide en question, par l'intermédiaire de l'acide dichlorobenzoylbenzoïque, en dichloranthraquinone, et celle-ci, par fusion avec la soude, en alizarine.

M. E. ACKERMANN a voulu s'assurer jusqu'à quel point la *présence de nitrates dans le lait* indique que celui-ci a été ad-

[1] *Archives* (3) **18**. 563.
[2] *Archives* (3) **13**. 149.

ditionné d'eau. Il a examiné à ce point de vue plus de 700 échantillons et il n'a jamais trouvé de nitrates dans le lait pur, même lorsque les vaches sont abreuvées avec de l'eau riche en nitrates, comme le sont le plus souvent les eaux des fermes. Toutes les fois qu'un lait pris sur le marché a accusé une teneur en nitrates, l'enquête a démontré qu'il lui avait été frauduleusement ajouté une certaine quantité d'eau à la ferme même. Si, en revanche, l'addition d'eau a lieu à la ville, cette réaction ne prouve plus rien, l'eau du lac ne renfermant pas de nitrates. Pour déceler les nitrates dans le lait, M. Ackermann se sert de la méthode de Möslinger, légèrement modifiée par lui, et reposant sur l'emploi d'une solution sulfurique de diphénylamine. A. P.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES
FAITES A L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE
PENDANT LE MOIS DE
DÉCEMBRE 1898

Le 1er, première gelée blanche à glace de la saison.
2, forte gelée blanche le matin ; couronne lunaire à 10 h. du soir.
3, très forte rosée le soir.
4, très forte gelée blanche le matin ; brouillard depuis 10 h. du matin.
5, brouillard pendant tout le jour.
6, brouillard pendant tout le jour.
7, brouillard le matin et jusqu'à 7 h. du soir ; fœhn à 11 h. du soir.
8, pluie dans la nuit.
9, forte gelée blanche le matin ; pluie de 4 h. 30 m. à 7 h. du soir.
10, pluie dans la nuit.
11, très forte gelée blanche le matin, qui persiste à l'ombre pendant tout le jour ; brouillard depuis 10 h. du soir.
12, très forte gelée blanche le matin ; brouillard pendant tout le jour.
13, brouillard à 7 h. du matin ; légère pluie à 3 h. du soir ; pluie depuis 4 h. 45 m. du soir.
14, pluie dans la nuit ; brouillard jusqu'à 10 h. du matin ; très forte rosée à 10 h. du soir.
16, légère gelée blanche depuis 7 h. du matin ; forte bise à 1 h. du soir.
17, arc-en-ciel de 8 h. 30 m. à 9 h. 10 m. du matin ; légère pluie à 9 h. du matin ; brouillard depuis 7 h. du soir.
18, brouillard pendant tout le jour.
19, brouillard jusqu'à 10 h. du matin ; très forte rosée à 10 h. du soir.
20, légère pluie dans la nuit ; forte bise à 4 h. du soir.
21, très forte bise pendant tout le jour ; de 7 h. 10 m. à 7 h. 20 m. du matin ; giboulée de neige.
22, très forte bise à 7 h. du matin ; forte bise de 10 h. du matin à 1 h. du soir.
23, légère gelée blanche à 10 h. du soir.
24, très forte gelée blanche le matin ; brouillard à 10 h. du matin et depuis 9 h. du soir.
25, brouillard le matin jusqu'à 10 h. et depuis 7 h. du soir.
26, forte gelée blanche avec du givre le matin ; brouillard pendant tout le jour.
27, fort givre le matin ; brouillard jusqu'à 10 h. du matin ; forte gelée blanche à 10 h. du soir.
28, très fort vent de 10 h. du matin à 4 h. du soir ; pluie de midi 30 m. à 7 h. du soir ; nouvelle neige sur toutes les montagnes environnantes.
29, fort vent à 7 h. du soir.
30, pluie dans la nuit et depuis 4 h. du soir.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique observées au barographe.

MAXIMUM.	mm	MINIMUM.	mm
Le 1er à 11 h. soir	732,50	Le 1er à minuit	728,54
5 à 10 h. matin	736,08	5 à 5 h. matin	734,69
8 à 10 h. soir	733,09	7 à 10 h. soir	727,33
11 à 10 h. matin	743,24	11 à 5 h. soir	741,36
15 à minuit	732,36	15 à 4 h. soir	730,02
17 à 10 h. matin	737,51	17 à minuit	735,12
20 à 11 h. soir	730,95	20 à 2 h. matin	729,30
25 à 10 h. matin	740,78	25 à 4 h. soir	739,54
30 à 11 h. soir	721,13	30 à 1 h. soir	714,65
31 à 10 h. matin	725,52	31 à minuit	721,61

Résultats des observations pluviométriques faites dans le canton de Genève.

Observ. MM	CÉLIGNY Ch. Pesson	SATIGNY P. Pelletier	ATHENAZ J.-J. Decor	COMPESIÈRES Pellegrin	OBSERVAT.	COLOGNY R. Gautier	JUSSY M. Micheli
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Total...	26.2	22.5	21.8	32.0	18.4	16.1	14.5

Durée totale de l'insolation à Jussy : 72h 25m

GENÈVE. — DÉCEMBRE 1898

Jours du mois.	Baromètre. Hauteur moy. des 24 h.	Baromètre. Ecart avec la hauteur normale	Baromètre. Minim. observé au barogr.	Baromètre. Maxim. observé au barogr.	Température C. Moyenne des 24 heures	Température C. Ecart avec la temp. normale	Température C. Minim.	Température C. Maxim.	Fract. de saturation en milliém. Moy. des 24 h.	Fract. de saturation. Ecart avec la fraction norm.	Fract. de saturation. Minim.	Fract. de saturation. Maxim.	Pluie ou neige. Eau tomb. d. les 24 h.	Pluie ou neige. Nombre d'h.	Vent dominant.	Chemin parcouru par le vent. Kil. par heure	Nébulosité moyenne	Insolation. Dur. en heures.	Temp. du Rhône. Midi.	Temp. du Rhône. Ecart avec la temp. normale.	Limnimètre à 11 h.
	millim.	millim.	millim.	millim.	°	°	°	°					mm.					h.	+ °	°	cm
1	731.14	+ 4.40	728.54	732.50	+ 1.98	— 0.27	— 0.8	+ 8.7	867	+ 17	670	990	...	..	calme	1.5	0.77	3.9	7.9	0.0	146.0
2	732.21	+ 5.43	731.15	732.94	+ 1.95	— 0.17	— 1.7	+ 9.0	826	— 25	700	900	...	..	calme	0.6	0.50	3.9	9.3	+ 1.4	142.5
3	731.43	+ 4.61	730.45	732.01	+ 2.80	+ 0.80	— 0.2	+ 8.9	845	— 7	680	950	0.2	..	calme	0.6	0.47	2.5	9.0	+ 1.3	142.8
4	733.55	+ 6.69	731.44	734.98	+ 1.75	— 0.13	— 1.8	+ 4.7	904	+ 52	710	960	...	..	calme	1.5	0.98	0.0	...	.....	143.0
5	735.30	+ 8.40	734.69	736.08	+ 3.15	+ 1.39	+ 2.7	+ 4.1	941	+ 88	920	970	...	..	calme	1.5	1.00	0.0	9.2	+ 1.7	141.2
6	734.96	+ 8.02	733.92	735.80	+ 2.07	+ 0.42	+ 0.9	+ 3.5	991	+ 137	960	1000	...	..	calme	0.8	1.00	0.0	9.2	+ 1.8	143.0
7	730.54	+ 3.56	727.33	734.12	+ 1.40	— 0.14	— 0.3	+ 8.1	966	+ 112	750	1000	1.0	1	SSW. 1	2.3	1.00	0.0	9.0	+ 1.7	140.5
8	731.21	+ 4.19	729.07	733.09	+ 5.99	+ 4.56	+ 1.8	+ 13.1	793	— 62	650	840	2.0	2	WSW. 1	2.5	0.57	5.1	9.2	+ 2.0	140.2
9	732.70	+ 5.64	731.38	734.66	+ 3.06	+ 1.74	+ 1.4	+ 6.9	824	— 32	680	1000	2.6	3	SSW. 1	3.1	0.77	1.0	9.0	+ 1.8	140.0
10	739.40	+ 12.30	735.18	742.22	+ 5.34	+ 4.12	+ 1.1	+ 12.4	865	+ 9	660	970	2.0	2	calme	1.5	0.43	4.5	9.0	+ 1.9	137.7
11	742.23	+ 15.09	741.36	743.24	+ 2.13	+ 1.01	— 1.7	+ 10.2	920	+ 63	810	1000	...	..	calme	0.4	0.05	5.9	...	.....	138.0
12	739.60	+ 12.42	738.02	741.52	+ 0.11	— 0.91	— 2.0	+ 2.1	975	+ 117	950	1000	...	..	calme	0.8	1.00	0.0	8.8	+ 1.9	137.0
13	735.27	+ 8.[illegible]5	733.76	737.82	+ 1.00	+ 0.07	— 3.3	+ 4.9	939	+ 81	820	1000	1.1	3	calme	0.8	1.00	0.2	8.6	+ 1.8	136.8
14	733.71	+ 6.45	732.34	734.89	+ 4.82	+ 3.98	+ 3.2	+ 8.7	914	+ 55	790	970	0.2	1	calme	0.4	0.92	0.0	8.5	+ 1.8	137.4
15	730.96	+ 3.66	730.02	732.36	+ 5.79	+ 5.04	+ 2.2	+ 8.4	827	— 32	550	990	0.1	1	var.	5.0	0.95	0.0	8.8	+ 2.2	134.5
16	733.65	+ 6.34	731.83	735.25	+ 4.16	+ 3.49	+ 1.0	+ 7.4	714	— 146	500	980	...	..	NNE. 1	4.2	0.50	5.3	8.6	+ 2.1	134.8
17	736.44	+ 9.07	735.12	737.51	+ 3.90	+ 3.31	+ 0.8	+ 7.1	880	+ 20	790	960	0.1	..	calme	1.5	0.95	0.1	8.7	+ 2.2	134.5
18	735.62	+ 8.21	734.30	736.83	+ 3.26	+ 2.75	+ 1.8	+ 4.8	964	+ 103	920	1000	...	..	calme	0.8	1.00	0.0	...	.....	138.0
19	731.32	+ 3.87	729.20	734.19	+ 2.18	+ 1.74	— 1.7	+ 6.8	962	+ 101	890	1000	...	..	calme	1.5	0.47	4.7	8.5	+ 2.2	133.0
20	730.19	+ 2.71	729.30	730.95	+ 4.57	+ 4.20	+ 1.7	+ 10.4	790	— 72	600	920	0.3	1	NN. 1	6.7	0.72	4.7	8.4	+ 2.2	134.5
21	731.73	+ 4.21	730.59	733.10	+ 1.47	+ 1.17	— 1.0	+ 3.4	751	— 111	590	850	...	..	NNE. 3	25.1	0.58	4.8	7.8	+ 1.6	134.8
22	734.49	+ 6.93	732.69	737.22	— 2.16	— 2.40	— 4.1	+ 0.3	851	— 12	760	910	...	..	NNE. 3	29.8	0.48	6.5	7.1	+ 1.0	133.0
23	738.37	+ 10.78	737.46	739.02	— 3.62	— 3.80	— 7.2	— 0.1	879	+ 16	830	910	...	..	var.	10.5	0.45	4.3	6.8	+ 0.8	129.7
24	739.53	+ 11.91	739.02	740.53	— 5.17	— 5.29	— 8.5	— 0.2	903	+ 40	800	950	...	..	S. 1	2.1	0.67	0.7	6.2	+ 0.2	126.9
25	739.94	+ 12.29	739.54	740.78	— 3.85	— 3.92	— 6.1	— 0.2	911	+ 47	860	950	...	..	var.	2.5	0.88	1.3	...	.....	126.0
26	738.85	+ 11.17	737.72	739.87	— 4.98	— 5.00	— 5.8	— 3.8	969	+ 105	950	1000	...	..	SW. 1	6.3	1.00	0.0	6.7	+ 0.9	125.5
27	733.82	+ 6.11	729.30	737.89	— 3.04	— 3.01	— 8.0	+ 4.2	918	+ 54	700	1000	...	..	SW. 1	3.1	0.37	3.1	6.5	+ 0.7	125.0
28	727.43	— 0.30	726.28	728.91	+ 4.81	+ 4.88	+ 0.3	+ 10.1	668	— 197	520	850	4.4	8	SSW. 2	14.6	0.83	1.4	6.9	+ 1.2	123.0
29	724.20	— 3.56	717.95	728.76	+ 4.59	+ 4.70	+ 2.3	+ 9.6	671	— 194	500	810	...	..	SSW. 1	13.1	0.88	2.0	6.7	+ 1.0	122.9
30	716.65	— 11.13	714.65	721.13	+ 4.17	+ 4.32	+ 2.3	+ 7.3	854	— 11	720	970	4.4	7	var.	3.6	0.98	0.0	7.3	+ 1.7	125.0
31	723.75	— 4.05	721.61	725.52	+ 2.95	+ 3.13	+ 0.7	+ 4.7	816	— 49	730	970	...	..	var.	2.3	1.00	0.0	7.4	+ 1.8	123.5
Mois	733.23	+ 5.27			+ 1.83	+ 1.03			868	+ 3						4.87	0.75		8.11	+ 1.50	134.54

MOYENNES DU MOIS DE DÉCEMBRE 1898

Baromètre.

	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	732,63	732,84	733,27	734,01	733,09	732,89	733,39	733,84
2e »	735,44	735,35	735,17	735,71	734,48	734,18	734,41	734,46
3e »	732,18	732,01	731,95	732,51	731,28	731,00	731,28	731,43
Mois	733,38	733,36	733,41	734,02	732,89	732,64	732,97	733,19

Température.

	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
	°	°	°	°	°	°	°	°
1re déc.	+ 1,95	+ 1,25	+ 0,77	+ 3,04	+ 6,14	+ 4,73	+ 2,97	+ 2,74
2e »	+ 1,89	+ 1,74	+ 1,48	+ 3,17	+ 5,66	+ 5,09	+ 3,84	+ 2,67
3e »	— 1,39	— 1,64	— 1,56	— 0,33	+ 1,20	+ 0,96	— 0,35	— 0,41
Mois	+ 0,75	+ 0,38	+ 0,17	+ 1,89	+ 4,23	+ 3,51	+ 2,07	+ 1,60

Fraction de saturation en millièmes.

	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
1re décade	932	935	947	878	790	807	876	893
2e »	927	935	959	879	817	825	878	888
3e »	884	864	863	831	776	787	851	829
Mois	913	910	921	862	794	806	868	869

	Therm. min.	Therm. max.	Temp. du Rhône.	Nébulosité moyenne.	Insolation. Durée en heures.	Chemin parcouru p. le vent.	Eau de pluie ou de neige.	Limnimètre
	°	°	°		h.	kil. p. h.	mm	cm
1re déc.	+ 0,03	+ 7,94	+ 8,98	0,75	20,9	1,59	7,8	141,69
2e »	+ 0,20	+ 7,08	+ 8,61	0,76	20,9	2,21	1,8	135,85
3e »	— 3,19	+ 3,21	+ 6,94	0,74	24,0	10,27	8,8	126,84
Mois	— 1,06	+ 5,98	+ 8,11	0,75	65,8	4,87	18,4	134,54

Dans ce mois l'air a été calme 63,4 fois sur 100.

Le rapport des vents du NNE. à ceux du SSW. a été celui de 1,68 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 28°,0 E. et son intensité est égale à 10,3 sur 100.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU GRAND SAINT-BERNARD

pendant

LE MOIS DE DÉCEMBRE 1898.

Le 7, neige dans la nuit; hauteur de la neige : 18cm,0.

9, neige depuis 7 h. du soir; hauteur de la neige : 12cm,0; forte bise à 10 h. du soir.

10, brouillard à 7 h. du matin; forte bise à 1 h. et à 4 h. du soir.

15, neige à 7 h. du matin et à 4 h. du soir; brouillard de 10 h. du matin à 1 h. du soir et depuis 7 h. du soir; forte bise à 4 h. et à 10 h. du soir.

16, brouillard à 7 h. du matin; forte bise à 1 h. du soir.

17, brouillard à 7 h. et à 10 h. du matin.

20, brouillard pendant tout le jour; forte bise à 10 h. du matin.

21, brouillard à 7 h. du matin.

28, neige à 4 h. et à 7 h. du soir.

30, brouillard à 7 h. et à 10 h. du matin; neige à 4 h. du soir.

31, brouillard à 7 h. du matin.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique observées au barographe

MAXIMUM	mm	MINIMUM.	mm
Le 1er à 11 h. soir	564,90	Le 1er à minuit	560,00
6 à 1 h matin	572,60	6 à 4 h. soir	571,07
8 à 10 h. soir	565,55	8 à 4 h. matin	564,00
11 à 7 h. soir	575,44	11 à 7 h. matin	574,62
15 à minuit	565,70	15 à 10 h. soir	563,37
18 à minuit	572,30	18 à 11 h. matin	570,85
21 à 11 h. soir	561,70	21 à 6 h. matin	560,20
25 à 10 h. matin	571,33	25 à minuit	570,50
30 à minuit	556,60	30 à 1 h. soir	552,73
31 à 10 h. matin	558,50	31 à minuit	556,70

SAINT-BERNARD. — DÉCEMBRE 1898

Jours du mois.	Baromètre. Hauteur moy. des 24 heures.	Baromètre. Écart avec la hauteur normale.	Baromètre. Minimum observé au barographe	Baromètre. Maximum observé au barographe	Température C. Moyenne des 24 heures.	Température C. Écart avec la température normale.	Température C. Minimum absolu.	Température C. Maximum absolu.	Pluie ou neige. Hauteur de la neige.	Pluie ou neige. Eau tombée dans les 24 h.	Pluie ou neige. Nombre d'heures.	Vent dominant.		Nébulosité moyenne.
	millim.	millim.	millim.	millim.	°	°	°	°	mm.	mm				
1	562,86	+ 0,91	560,00	564,90	—11,63	— 4,91	—15,6	— 6,5	.....	.....	....	NE.	1	0,00
2	565,65	+ 3,72	564,90	566,10	—10,29	— 3,49	—13,9	— 6,8	.....	.....	....	var.		0,15
3	566,68	+ 4,77	566,00	567,90	— 4,59	+ 2,29	—10,8	— 1,3	.....	.....	....	NE.	1	0,12
4	569,48	+ 7,59	567,95	570,64	— 3,34	+ 3,62	— 7,0	— 1,3	.....	.....	....	SW.	1	0,12
5	571,53	+ 9,66	570,80	572,50	— 0,96	+ 6,08	— 4,0	+ 3,1	.....	.....	....	SW.	1	0,00
6	571,76	+ 9,91	571,07	572,60	— 0,61	+ 6,51	— 2,8	+ 2,9	.....	.....	....	SW.	1	0,00
7	568,34	+ 6,52	565,00	571,20	— 1,81	+ 5,40	— 3,9	— 0,4	18,0	8,5	....	SW.	1	0,22
8	564,72	+ 2,92	561,00	565,55	— 8,06	— 0,77	— 9,8	+ 2,5	.....	.....	....	NE.	1	0,02
9	566,34	+ 4,56	565,95	567,00	— 4,94	+ 2,43	— 9,7	— 0,5	12,0	5,6	....	NE.	1	0,53
10	571,36	+ 9,60	567,10	575,20	— 6,16	+ 1,28	—11,5	— 3,6	.....	.....	....	NE.	2	0,20
11	575,15	+13,41	574,62	575,44	— 1,14	+ 6,37	— 5,7	+ 0,1	.....	.....	....	NE.	1	0,03
12	574,24	+12,52	573,10	575,25	+ 0,37	+ 7,95	— 1,3	+ 1,9	.....	.....	....	NE.	1	0,12
13	570,19	+ 8,49	568,04	573,00	— 2,64	+ 5,01	— 4,3	+ 0,9	.....	.....	....	NE.	1	0,33
14	567,43	+ 5,75	566,20	568,25	— 3,78	+ 3,94	— 7,3	— 1,3	.....	.....	....	NE.	1	0,07
15	564,11	+ 2,45	563,37	565,70	— 5,56	+ 2,22	— 9,0	— 2,8	.....	.....	....	NE.	1	1,00
16	565,61	+ 3,97	563,90	568,00	— 7,34	+ 0,50	—11,6	— 3,7	.....	.....	....	NE.	1	0,27
17	570,43	+ 8,80	568,00	572,27	— 1,86	+ 6,04	— 5,9	— 0,6	.....	.....	....	NE.	1	0,38
18	571,66	+10,05	570,85	572,30	— 1,13	+ 6,83	— 3,8	— 0,2	.....	.....	....	NE.	1	0,00
19	567,73	+ 6,14	565,55	570,30	— 2,79	+ 5,23	— 5,2	+ 0,5	.....	.....	....	NE.	1	0,05
20	562,84	+ 1,27	560,83	565,60	— 9,01	— 0,93	—13,3	— 3,5	.....	.....	....	NE.	1	1,00
21	560,76	— 0,80	560,20	561,70	—15,53	— 7,40	—17,6	— 7,8	.....	.....	....	NE.	1	0,40
22	563,58	+ 2,03	561,90	565,66	—13,59	— 5,41	—19,6	— 8,8	....	.....	....	NE.	1	0,02
23	567,49	+ 5,96	565,90	568,80	— 9,53	— 1,30	—13,6	— 6,9	.....	.....	....	NE.	1	0,00
24	569,59	+ 8,08	568,60	570,50	— 6,78	+ 1,50	— 9,0	— 5,3	.....	.....	....	NE.	1	0,00
25	570,95	+ 9,46	570,50	571,33	— 6,93	+ 1,40	— 9,0	— 3,6	.....	.....	....	SW.	1	0,00
26	570,70	+ 9,23	570,27	571,20	— 6,38	+ 1,99	— 7,9	— 5,1	.....	.....	....	NE.	1	0,00
27	568,24	+ 6,78	565,80	570,30	— 7,83	+ 0,58	—10,1	— 5,3	.....	.....	....	SW.	1	0,00
28	563,31	+ 1,87	561,64	565,70	—10,53	— 2,08	—13,0	— 6,8	.....	.....	....	SW.	1	0,60
29	559,48	— 1,94	556,50	561,70	—10,31	— 1,82	—11,8	— 5,3	.....	.....	....	SW.	1	0,15
30	554,45	— 6,95	552,73	556,60	—11,14	— 2,61	—13,3	— 6,4	.....	.....	....	SW.	1	0,62
31	557,80	— 3,58	556,70	558,50	— 9,19	— 0,62	—12,0	— 6,4	.....	.....	....	NE.	1	0,48
Mois	564,85	+ 2,53			— 6,29	+ 1,30								0,22

MOYENNES DU GRAND SAINT-BERNARD. — DÉCEMBRE 1898.

Baromètre.

	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade...	567,20	567,30	567,55	568,21	567,93	567,98	568,30	568,51
2e » ...	569,58	569,15	569,01	569,48	568,72	568,62	568,59	568,36
3e » ...	564,49	564,27	564,10	564,49	564,01	564,01	564,15	564,18
Mois	564,93	564,75	564,73	565,22	564,73	564,71	564,85	564,85

Température.

	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
	0	0	0	0	0	0
1re décade...	— 7,09	— 6,18	— 3,20	— 4,59	— 4,99	— 4,91
2e » ...	— 3,78	— 2,93	— 2,35	— 3,33	— 3,98	— 4,08
3e » ...	— 10,53	— 10,12	— 9,20	— 9,40	— 9,59	— 9,44
Mois	— 7,25	— 6,53	— 5,06	— 5,89	— 6,30	— 6,25

	Min. observé.	Max. observé.	Nébulosité.	Eau de pluie ou de neige.	Hauteur de la neige tombée.
	0	0		mm	cm
1re décade...	— 8,90	— 1,19	0,14	14,1	30,0
2e » ...	— 6,74	— 0,87	0,32	....	....
3e » ...	— 12,45	— 6,15	0,21	....	....
Mois	— 9,46	— 2,85	0,22	14,1	30,0

Dans ce mois, l'air a été calme 0,0 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE à ceux du SW a été celui de 2,39 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 45° E., et son intensité est égale à 42,5 sur 100.

Explication de la planche.

Fig. 1. — *Péridotite du Matterhorn.* Lumière naturelle gr. 33 diam., Grande plage d'un seul cristal d'amphibole brune, péridocristallisé inclus. En haut : Diallage.

Fig. 2. — *Inclusions dans l'amphibole.* gr.: 100 diam. lumière naturelle.

1

PÉRIDOTITE À AMPHIBOLE
DU MATTERHORN

2



INCLUSIONS DANS L'AMPHIBOLE
LUMIÈRE NATURELLE

Marc. A. Durouvenoz ad nat. pinx. 1898.

SUR LA PROPAGATION

D'UN

ALLONGEMENT GRADUEL ET CONTINU

DANS UN FIL ÉLASTIQUE

PAR

L. DE LA RIVE

I

Le problème dont je donne ici une solution est le suivant : des deux extrémités d'un fil élastique tendu sont l'une fixe et l'autre assujettie à se mouvoir suivant l'axe du fil avec une vitesse constante. Comment l'allongement se propage-t-il dans le fil et quelles sont les conditions du mouvement d'un point quelconque ?

Je n'ai pas connaissance que cette question ait été l'objet de recherches théoriques ou expérimentales. On peut citer comme s'en rapprochant l'indication donnée dans le second paragraphe du mémoire de Poisson sur le mouvement des fluides dans des tuyaux cylindriques relative au cas où la longueur du tuyau est infinie et qui consiste à remarquer que l'on peut substituer au mouvement d'oscillation de la première tranche un mouvement progressif, pourvu que la vitesse soit très petite par rapport à celle de la propagation. Mais, comme on le voit, Poisson ne s'est pas proposé dans le cas du tuyau fermé le problème analogue à celui que j'ai défini plus haut

pour un fil élastique et qui serait à peu près le même. L'élasticité des barres, quand elles sont choquées par leur extrémité, a donné lieu à des recherches mathématiques sur une question qui est bien aussi celle de la propagation d'une suite de mouvements subis par la tranche terminale et de la réaction qui en est la conséquence. Il faudrait citer en particulier un mémoire de Saint-Venant et la solution du choc longitudinal de deux barres de M. Boussinesq, mais je me borne à rappeler ces recherches qui portent sur la propagation d'un mouvement non oscillatoire, parce que ce problème est différent de celui dont il s'agit et d'une complexité qui le rend beaucoup plus difficile, par la raison que le mouvement de l'extrémité de la barre dépend lui-même de la réaction tandis que je suppose la tranche terminale assujettie à une vitesse constante.

Soient x la distance du point quelconque M à l'extrémité fixe O, l la longueur du fil dont l'extrémité E est assujettie à se mouvoir avec une vitesse constante et u l'accroissement de x à l'instant t. L'équation à laquelle u doit satisfaire est, en appelant a la vitesse de propagation du son

$$(1) \qquad \frac{d^2u}{dt^2} = a^2 \frac{d^2u}{dx^2}$$

dont la solution la plus générale est, comme on le sait

$$u = \mathrm{F}_1(x + at) + \mathrm{F}_2(x - at)$$

Je prends pour u l'expression suivante

$$(2) \quad u = \mathrm{A}xt + \frac{\mathrm{A}l^2}{\pi^2 a}\left[\begin{aligned} &\cos\frac{\pi(x+at)}{l} - \frac{1}{2^2}\cos\frac{2\pi(x+at)}{l} + \frac{1}{3^2}\cos\frac{3\pi(x+at)}{l} - \ldots \\ &- \cos\frac{\pi(x-at)}{l} + \frac{1}{2^2}\cos\frac{2\pi(x-at)}{l} - \frac{1}{3^2}\cos\frac{3\pi(x-at)}{l} \ldots \end{aligned}\right]$$

qui satisfait à (1). A est une constante. La série, abstraction faite de A et a, et supposée divisée par quatre, est le développement en série de Fourier de la fonction

$$y = \frac{l^2}{3} - z^2$$

en désignant par z la variable $x + at$ ou $x - at$. Remarquons que cette série ne donne cette valeur pour y que lorsque z est compris entre $-l$ et $+l$. Pour une valeur de z comprise entre $+l$ et $3l$, il faut remplacer dans y, z par $z - 2l$, puisque la série a pour période $2l$. Il en est de même pour une valeur négative de z comprise entre $-l$ et $-3l$. On a

$$(3) \quad \frac{du}{dt} = \mathrm{A}x - \frac{\mathrm{A}l}{\pi}\left[\begin{array}{l} \sin\dfrac{\pi(x+at)}{l} - \dfrac{1}{2}\sin\dfrac{2\pi(x+at)}{l}\cdots \\ + \sin\dfrac{\pi(x-at)}{l} - \dfrac{1}{2}\sin\dfrac{2\pi(x-at)}{l}\cdots \end{array}\right]$$

Cette série supposée divisée par 2 et abstraction faite de A est le développement de la fonction z. Il s'agit maintenant de montrer que u satisfait aux conditions du problème.

En premier lieu aux conditions initiales

Pour $t = 0$ $\left[\begin{array}{l} u = 0, \text{ quel que soit } x, \text{ ce que l'expression (2) rend évident.} \\ \dfrac{du}{dt} = 0, \text{ quel que soit } x, \text{ sauf pour } x = l. \end{array}\right.$

En faisant $t = 0$ dans (3), x étant compris entre 0 et l, la série donne les valeurs

$$\frac{\mathrm{A}(x + at)}{2} \quad \text{et} \quad \frac{\mathrm{A}(x - at)}{2}$$

dont la somme Ax prise avec le signe — détruit le pre-

mier terme. Mais à la limite pour $x = l$, la série s'annule et la vitesse est Al.

En second lieu aux conditions permanentes

Pour $x = 0$, $u = 0$, quel que soit t, ce qui est évident.

Pour $x = l$, $\frac{du}{dt} = C^{te}$, quel que soit t.

En faisant $x = l$ dans (3), les deux séries se détruisent et l'on a

$$\frac{du}{dt} = Al$$

L'expression (2) est donc une solution. Voyons maintenant quelles en sont les conséquences et faisons d'abord varier t entre 0 et $\frac{2l}{a}$ qui est le temps que met le son ou une perturbation longitudinale à parcourir deux fois le fil.

1° t est compris entre 0 et $\frac{l-x}{a}$.

Il en résulte $x + at < l$ et cette variable est donc comprise entre 0 et l; quant à la variable $x - at$, tant qu'elle est positive, elle est plus petite que l et lorsqu'elle devient négative en valeur absolue, elle est encore plus petite que l car $at - x$ est plus petit que $at + x$. Par conséquent d'après la remarque sur la valeur de y l'on a

$$u = Axt + \frac{A}{4a}\left[\frac{l^2}{3} - (x+at)^2 - \frac{l^2}{3} + (x-at)^2\right] = Axt - Axt = o$$

2° t est compris entre $\frac{l-x}{a}$ et $\frac{l+x}{a}$.

Puisque $t > \frac{l-x}{a}$ $x + at > l$ et d'autre part $t < \frac{l+x}{a}$ donne $x + at < l + 2x$ et par conséquent $< 3l$. Pour la

seconde variable, $at - x < l$ comme on le voit aisément. On a donc :

$$(4) \quad \begin{aligned} u &= \mathrm{A}xt + \frac{\mathrm{A}}{4a}\left[\frac{l^2}{3} - (x + at - 2l)^2 - \frac{l^2}{3} + (x - at)^2\right] \\ &= \frac{\mathrm{A}}{4a}\left[4lx + 4lat - 4l^2\right] = \mathrm{A}l\left[t - \frac{(l - x)}{a}\right] \end{aligned}$$

3° t est compris entre $\dfrac{l+x}{a}$ et $\dfrac{2l}{a}$.

La variable $x + at$ reste plus petite que $3l$ car $t < \dfrac{2l}{a}$. La seconde variable $at - x$ est comprise entre l et $3l$ car car $t > \dfrac{l+x}{a}$ donne $at - x > l$ et d'autre part $at - x$ est plus petit que $x + at$. On a donc :

$$(5) \quad u = \mathrm{A}xt + \frac{\mathrm{A}}{4a}\left[\frac{l^2}{3} - (x + at - 2l)^2 - \frac{l^2}{3} + (x - at - 2l)^2\right] = \frac{2\mathrm{A}lx}{a}$$

Je suppose enfin que t prenne une valeur quelconque et je fais

$$t = \frac{2kl}{a} + t'$$

k exprimant un nombre entier; on a

$$(6) \quad u = \mathrm{A}x + \frac{2kl}{a} + \mathrm{A}xt' + \frac{\mathrm{A}l^2}{\pi^2 a}\left[\begin{array}{l} \cos\dfrac{\pi(x + at')}{l} - \dfrac{1}{2^2}\cos\dfrac{2\pi(x+at')}{l} \ldots \\ -\cos\dfrac{\pi(x-at)}{l} + \dfrac{1}{2^2}\cos\dfrac{2\pi(x - at')}{l} \ldots \end{array}\right]$$

car la fonction trigonométrique de t a pour période $\dfrac{2l}{a}$. On voit ainsi que u, lorsque t' varie entre 0 et $\dfrac{2l}{a}$, reprend les mêmes valeurs que ci-dessus, en y ajoutant le terme constant $\mathrm{A}x \times \dfrac{2kl}{a}$, ce qui constitue un allongement périodique avec une durée de période $\dfrac{2l}{a}$.

Dans la fig. 1, la droite OE représente le fil, O étant l'extrémité fixe et M un point quelconque pour lequel OM $= x$.

O . . . . M . . . . E

Fig. 1.

Nous venons de voir que u reste nul tant que t est plus petit que $\frac{l-x}{a}$ qui est le temps que met une perturbation longitudinale à se propager de E en M. A partir de ce moment l'allongement a lieu en M d'après (4) jusqu'à ce que t atteigne la valeur $\frac{l+x}{a}$, c'est-à-dire jusqu'à l'instant où la perturbation partie au temps 0 de E et réfléchie en O revient en M. Pendant cette durée que je désigne par *période efficace*, la vitesse d'allongement est constante et égale à Al, comme on le voit en différenciant (4) par rapport à t. La durée de la période efficace est $\frac{2x}{a}$, de manière que l'allongement total est

$$\frac{2\text{A}lx}{a}.$$

A partir de la fin de la période efficace, d'après ce qui précède, u prend une valeur constante qui coïncide bien avec celle que nous venons de trouver. Ainsi pour un point quelconque l'allongement au bout de chaque période de durée $\frac{2l}{a}$ à partir du temps initial est proportionnel à x, bien que la vitesse soit la même pour tous les points parce que la durée de la période efficace est elle-même proportionnelle à x. Pour l'extrémité E, la période efficace se confond avec la période totale. Ces résultats peuvent aussi s'énoncer en disant que la vitesse d'un point quelconque est égale à zéro ou à Al et qu'elle passe

avec discontinuité de l'une de ces valeurs à l'autre au commencement et à la fin de la période efficace.

Cherchons en second lieu comment varie la tension. En prenant la dérivée par rapport à x de (4) et de (5), on a pour la tension les deux valeurs successives $\frac{Al}{a}$ et $\frac{2Al}{a}$, d'où résulte que de même que la vitesse, la tension varie d'une manière discontinue en augmentant de la quantité $\frac{Al}{a}$ au commencement et à la fin de la période efficace. Pour l'extrémité E, la fin de la première période coïncide avec le commencement de la suivante, de manière que la tension qui a été $\frac{Al}{a}$ jusqu'à cet instant augmente de $\frac{2Al}{a}$. En dérivant (6) par rapport à x on voit que la tension pour une valeur quelconque de t est celle qui existait à la fin de la dernière période efficace à laquelle s'ajoute celle qui peut s'être produite dans la période actuelle.

II

Vérification expérimentale de la loi d'allongement sur un ressort en hélice dont l'axe est assimilé à un fil élastique.

Il ne semble pas possible de réaliser des expériences dans lesquelles on observerait l'allongement graduel de fils métalliques. La longueur à leur donner pour obtenir un minimum de période observable, une demi-seconde par exemple, serait d'environ cinq fois la vitesse du son dans l'air, puisque la vitesse dans le métal est au moins dix fois plus grande, c'est-à-dire de 1700 mètres. D'autre part, la condition à satisfaire de laisser le fil parfaitement libre ne permettrait pas de le soutenir comme un fil télégraphique. C'est probablement en opérant sur une colonne

d'air dans un tuyau cylindrique que l'on réussirait le plus aisément à étudier directement la propagation de l'allongement ou du raccourcissement graduel. Toutefois j'ai pu vérifier les résultats de la théorie telle que je l'ai démontrée dans la première partie de ce travail, en observant l'allongement d'un ressort en hélice d'une longueur de 8 mètres environ formé d'un fil de laiton dur de 0,5 mm. de diamètre, enroulé en spires dont le diamètre est 6,5 mm. et qui sont sensiblement en contact les unes avec les autres à l'état normal, c'est-à-dire sensiblement normales à l'axe du cylindre formé par leur succession. La longueur employée de l'hélice représente environ une longueur de 100 m. du fil de laiton.

Le ressort en hélice est suspendu verticalement par son extrémité supérieure qui est fixe dans l'intérieur de la cage d'un escalier tournant. Le point de suspension qui est un crochet métallique vissé dans une pièce de bois est à 9,41 m. au-dessus du plancher de l'étage inférieur. Dans l'extrémité inférieure du ressort cylindrique est introduit un petit cylindre de bois qui force légèrement de manière à produire l'adhérence et c'est au bout de ce cylindre qu'est fixé un petit anneau servant à attacher le cordon qui allonge le ressort. Ce cordon s'enroule sur un cylindre muni d'un mouvement d'horlogerie avec volant et faisant régulièrement un tour en 45 secondes; la résistance du ressort est trop faible pour donner lieu à la moindre variation de vitesse appréciable. La circonférence du cylindre est de 19,5 cm. et le mouvement cesse automatiquement après chaque tour. Les points de l'hélice dont le mouvement fait l'objet des observations sont: a à 1,42 m., b à 4,49 m. du point de suspension et c l'extrémité inférieure.

J'ai commencé par observer le mouvement des spires en les regardant directement se déplacer verticalement devant une règle graduée placée à une petite distance, et j'ai pu constater immédiatement que le mouvement soit en *a*, soit en *b* était périodique et qu'en *a* la vitesse devenait à peu près nulle à un instant de chaque période. En d'autres termes, l'allongement avait lieu par petits déplacements brusques séparés par des arrêts relatifs. Le nombre de ces déplacements périodiques pendant un tour du cylindre était toujours le même, 28 ou 29, et donnait pour durée de la période 1,57 secondes, en divisant 45 par 28,5. D'autre part, en observant la propagation d'une perturbation longitudinale provoquée initialement à peu près au milieu de la hauteur de l'hélice, on trouvait 19 périodes en 30 secondes, ce qui donne 1,57 sec. Par conséquent le caractère périodique de l'allongement et la durée de la période se trouvaient vérifiés : d'autre part l'extrémité inférieure se déplaçait d'une vitesse constante.

J'ai ensuite cherché à rendre les observations plus précises et pour cela j'ai projeté l'image agrandie de l'hélice, se détachant en silhouette sur le faisceau lumineux d'une lampe à réflecteur, sur une bande de papier quadrillée au centimètre qui est assujettie à un mouvement transversal, c'est-à-dire horizontal. Un index de papier collé à la spire ou l'extrémité de la spire elle-même, ou du moins son image, paraît décrire une courbe sur le papier, laquelle exprime les circonstances du mouvement. Une ligne horizontale correspond à un temps d'arrêt, une ligne inclinée à un temps d'allongement. Comme l'image est renversée, la spire paraît s'élever tandis qu'en réalité elle descend.

On peut aisément tracer en la calculant la courbe théorique relative aux points observés.

a) La vitesse de translation de la bande de papier est de 1,35 cm. par seconde, ce qui donne en multipliant par la durée de la période 2,1 cm. Pour le point *a*, le rapport $\frac{x}{l}$ est donné par le rapport de 1,42 m. à 8,37 m., moyenne de la longueur totale de l'hélice pendant l'expérience, ce qui fait 0,17. L'allongement de l'extrémité pendant une période est 0,68 cm. d'où résulte pour le point *a* 0,11 et, comme l'agrandissement de l'image est 10, l'allongement périodique est de 1,1 cm. Enfin la durée de la partie efficace de la période est donné également par $\frac{x}{l}$ d'où résulte 0,27 secondes et 0,35 cm. sur le papier. La courbe théorique décrite par l'image est donc comme le montre la figure 2 formée d'une droite horizontale longue de 1,7 cm. et d'une droite inclinée ayant pour projection la période efficace 0,35 cm.

Dans la courbe observée, la ligne horizontale est remplacée par une courbe qui s'en écarte graduellement et qui se transforme en une branche de courbe ascendante, comme le montre la figure 2.

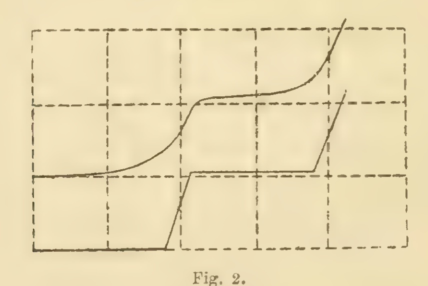


Fig. 2.

b) Le même genre de calcul donne pour la courbe

théorique du point *b* : rapport $\frac{x}{l}$ 0,54, période efficace en centimètres 0,92 cm., allongement périodique 0,37 cm. et comme l'agrandissement est 6, 2,2 cm. La courbe théorique est une droite horizontale de 1 cm. et une droite s'élevant de 2,2 cm. pour une projection de 1 cm.

La courbe observée est plus rapprochée pour le point *b* de la courbe théorique que pour le point *a*, comme on le voit dans la figure 3

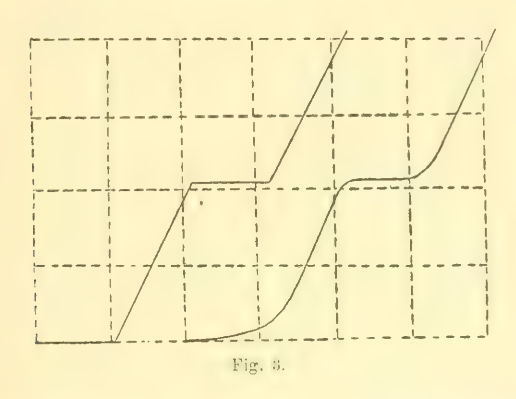


Fig. 3.

c) En projetant sur un écran l'image agrandie de l'extrémité inférieure, il n'y a pas de mouvement périodique appréciable. Il semble qu'il apparaît lorsqu'un certain nombre de spires ont passé.

J'ajoute qu'en général, le caractère du mouvement est plus net au commencement de l'expérience et que vers la fin il s'y superpose souvent une petite oscillation. Au moment où l'allongement cesse, il se produit une brusque perturbation dans le sens du raccourcissement, qui revient périodiquement pendant assez longtemps, car l'élasticité de l'hélice ne donne lieu évidemment qu'à un très faible amortissement. On peut aisément calculer son

module d'élasticité en l'assimilant à un fil qui aurait un diamètre fictif. Un poids de 50 gr. l'allonge de 1 m. et un poids de 100 gr. de 2,14 m. En outre j'ai constaté que le mouvement périodique observé lorsque l'hélice s'allonge est le même lorsqu'elle se raccourcit.

En terminant, et pour insister sur la valeur de cette vérification de la loi théorique d'allongement, je rappelle que dans une hélice dont la spire est dans un plan faisant avec l'axe un angle très voisin d'un angle droit, l'allongement de l'axe est proportionnel au poids comme dans un fil élastique et qu'il en résulte qu'on peut lui appliquer l'équation de propagation (1).

POUVOIR ROTATOIRE

ET

ISOMÉRIE DE POSITION

PAR

Ph.-A. GUYE et A. BABEL.

(Suite et fin [1].)

DEUXIÈME PARTIE

CONSIDÉRATIONS THÉORIQUES

Nous nous proposons de discuter, dans cette seconde partie, les conséquences générales qui peuvent se dégager de nos propres expériences et de celles des observateurs qui ont travaillé le même sujet.

Toutefois, nous croyons bien faire de résumer d'abord d'une manière générale, les conditions dans lesquelles ce genre d'études doit être entrepris. Nous sommes ainsi conduits à traiter successivement les points suivants :

I. Choix d'observations polarimétriques comparables.

II. Mode de comparaison à employer.

III. Pouvoirs rotatoires comparés des dérivés benzéniques mono et disubstitués.

I. *Choix des observations polarimétriques comparables.*

Pour déterminer expérimentalement et rigoureusement l'influence spécifique exercée sur le pouvoir rotatoire

[1] Voir *Archives*, t. VII, janvier 1899, p. 23.

par des groupements isomères ou voisins, on ne peut s'adresser qu'à des corps actifs à un seul carbone asymétrique. Il faut, en outre, opérer les substitutions d'une façon aussi simple que possible. Le benzoate et les trois toluates d'amyle offrent un exemple typique de ce genre :

$$\begin{array}{c} CH_3 \\ | \\ H-C^*-CH_2CO.C_6H_5 \\ | \\ C_2H_5 \end{array} \qquad \begin{array}{c} CH_3 \\ | \\ H-C^*-CH_2CO.C_6H_4.CH_3 \\ | \\ C_2H_5 \end{array}$$

benzoate d'amyle — toluate d'amyle

Lorsqu'on passe, en effet, du benzoate d'amyle à l'un des toluates, la substitution ne modifie que le radical benzoyle; les trois autres groupements H, CH_3 et C_2H_5 restent absolument intacts. Abstraction faite des conditions purement physiques relatives à la comparabilité des observations polarimétriques, on est donc bien sûr que la différence du pouvoir rotatoire entre le toluate et le benzoate d'amyle dépend uniquement du remplacement d'un atome H benzénique par un groupe méthyle CH_3.

Il en est de même, dans une certaine mesure, lorsque l'on modifie simultanément et de la même manière deux des chaînes qui caractérisent un carbone asymétrique. Tel est le cas, par exemple, lorsque l'on considère les éthers propylique et isopropylique de l'acide malique :

$$\begin{array}{c} COO.CH_2.CH_2CH_3 \\ | \\ OH-C^*-H \\ | \\ CH_2 \\ | \\ COO.CH_2.CH_2CH_3 \end{array} \qquad \begin{array}{c} COOCH<^{CH_3}_{CH_3} \\ | \\ OH-C^*-H \\ | \\ CH_2 \\ | \\ COOCH<^{CH_3}_{CH_3} \end{array}$$

malate de propyle — malate d'isopropyle

Les variations de pouvoir rotatoire constatées en pas-

sant du corps propylique à son isomère isopropylique sont alors bien dues au remplacement de deux groupes propyles par deux groupes isopropyles sur le même carbone asymétrique.

Les conditions sont beaucoup plus compliquées lorsqu'on considère des corps à plusieurs carbones asymétriques : afin de mieux nous faire comprendre, nous citerons l'exemple du dibenzoyltartrate d'éthyle et des dytolytartrates d'éthyle, dérivés de l'acide tartrique droit. D'après les travaux de M. E. Fischer[1] sur la constitution de l'acide tartrique, ces éthers seront représentés respectivement par les formules I et II.

$$\begin{array}{rcl} & COOO_2H_5 & \\ & | & \\ H— & C^{*} & —O.CO.C_6H_5 \\ & | & \\ C_6H_5CO.O— & C^{**} & —H \\ & | & \\ & COOC_2H_5 & \\ & \text{I} & \end{array} \qquad \begin{array}{rcl} & COOC_2H_5 & \\ & | & \\ H— & C^{*} & —O.CO.C_6H_4CH_3 \\ & | & \\ CH_3C_6H_4.CO.O— & C^{**} & —H \\ & | & \\ & COOC_2H_5 & \\ & \text{II} & \end{array}$$

Or, les recherches sur la superposition optique des divers carbones asymétriques d'une même molécule active[2], ont conduit à ce résultat confirmé d'ailleurs par d'autres observateurs[3], que, dans une molécule à plusieurs carbones asymétriques, chacun d'eux agit sur la lumière polarisée comme si tout le reste de la molécule était inactif d'une part et, d'autre part, que les effets des divers carbones asymétriques s'ajoutent algébriquement.

Dans le cas des éthers tartriques représentés par les

[1] E. Fischer. *Berichte, d. d. Chem.* Gesell. t. 29, p. 1377.

[2] Guye et Gautier. *Bull. soc. chim.* (3) XI, p. 1170. — Guye et Jordan. *C. R.* — Guye et Goudet. *C. R.*

[3] Landolt. *Drehungsvermögen*, 1898, p. 265.

formules I et II, les deux carbones asymétriques de chaque molécule sont identiques. Par conséquent, chaque carbone agit sur la lumière polarisée comme le feraient les éthers suivants :

$$\begin{array}{c} a) \\ COOC_2H_5 \\ | \\ b)\ H-C^*-O.CO.C_6H_5\ c) \\ | \\ C^{11}H^{11}O^4 \\ d) \\ \text{III} \end{array} \qquad \begin{array}{c} a) \\ COOC_2H_5 \\ | \\ b)\ H-C^*-O.CO.C_6H_4.CH_3\ c) \\ | \\ C^{11}H^{10}O^4CH_3 \\ d) \\ \text{IV} \end{array}$$

dans lesquels les groupements C_{11} H_{10} O_4 — qui ne représentent que les formules brutes des groupements constituant le carbone asymétrique désigné par C** — seraient supposés inactifs.

En raison de l'identité des deux carbones asymétriques des corps I et II, les actions propres aux carbones asymétriques III et IV seront égales à la moitié des pouvoirs rotatoires des éthers I et II.

Si nous désignons par *a* et *b* ces deux pouvoirs rotatoires, les effets optiques des carbones asymétriques III et IV seront donc : $\frac{a}{2}$ et $\frac{b}{2}$.

Ceci posé, on voit que lorsqu'on passe du corps III au corps IV, le changement de pouvoir rotatoire qui en résulte, soit $\left(\frac{a}{2} - \frac{b}{2}\right)$ n'est pas dû exclusivement au remplacement d'un hydrogène benzénique par un méthyle dans la chaîne *c*, mais bien à deux substitutions semblables, l'une dans la chaîne *c*, l'autre dans la chaîne *d*, agissant chacune sur un carbone asymétrique. On ne

se trouve donc plus dans les conditions simples du corps à un seul carbone asymétrique. Pour établir une comparaison rigoureuse, on aurait dû mettre en regard de l'éther III, non pas l'éther IV, mais bien un éther V, ne différant du premier que par un seul groupe méthyle introduit dans la chaîne latérale, *le reste de la molécule n'ayant pas changé et étant supposé inactif.*

$$\begin{array}{c} COOC_2H_5 \\ | \\ H—C^*—O.CO.C_6H_4.CH_3 \\ | \\ C_{11}H_{11}O_4 \\ \text{V} \end{array} \qquad \begin{array}{c} COOC_2H_5 \\ | \\ H—C—OCO.C_6H_4CH_3 \\ | \\ C_6H_5COOC \\ | \\ COOC_2H_5 \\ \text{VI} \end{array}$$

La formule VI représente le schéma développé de cet éther V ; ce serait un tolylbenzoyltartrate d'éthyle. Pratiquement, on ne parviendrait à mesurer l'action optique propre au corps V avec le radical $C_{11}H_{10}O_4$ supposé inactif qu'en introduisant successivement dans un mélange équimoléculaire de tartrate d'éthyle droit et de tartrate non dédoublable, le radical benzoyle sur le carbone asymétrique C^{**} et le radical tolyle sur le carbone C^* :

$$\begin{array}{c} COOC_2H_5 \\ | \\ H—C^*—OH \\ | \\ OH—C^{**}—H \\ | \\ COOC_2H_5 \end{array} \qquad \begin{array}{c} COOC_2H_5 \\ | \\ H—C^*—OH \\ | \\ H—C\ \ ^{**}OH \\ | \\ COOC_2H_5 \end{array}$$

Ce serait, en effet, le seul moyen d'annuler l'action optique du carbone C^{**}, pour ne mesurer que celle propre au carbone C^*. Nos méthodes actuelles ne permettent

vraisemblablement pas de résoudre ce problème, si ce n'est avec de très grandes difficultés expérimentales.

Les considérations qui précèdent, nous amènent donc à conclure que les pouvoirs rotatoires des corps à plusieurs carbones asymétriques ne se prêtent pas à la comparaison rigoureuse des valeurs fournies par leurs dérivés isomères ou voisins; *cette comparaison ne peut être faite en toute rigueur que sur les valeurs polarimétriques qui caractérisent chaque carbone asymétrique et ne peuvent être déterminées expérimentalement que par une voie détournée conformément aux méthodes suivies pour l'étude de la superposition optique des carbones asymétriques d'une même molécule.*

Ces réserves limitent considérablement l'usage que l'on peut faire des données polarimétriques propres aux corps à plusieurs carbones asymétriques.

En présence des difficultés où l'on est de préparer des corps actifs variés caractérisés par un seul carbone asymétrique, il y a lieu de rechercher dans quelle mesure on peut utiliser, pour l'étude du problème que nous discutons, les données polarimétriques relatives à des corps actifs à plusieurs carbones asymétriques.

Les considérations suivantes démontrent que lorsqu'on renonce aux comparaisons rigoureuses pour ne rechercher que des relations d'*ordre qualitatif*, le problème se simplifie.

L'expérience démontre, en effet, que les *substitutions effectuées sur des chaînons ou groupes d'atômes suffisamment éloignés d'un carbone asymétrique ne modifient que faiblement le pouvoir rotatoire*. C'est là un fait général confirmé par un grand nombre d'observations, en particulier, par les propriétés optiques des séries homologues de corps actifs. Si l'on examine les résultats obtenus par les divers

observateurs qui se sont occupés de ces études, l'on verra *que toujours et sans exception, les différences entre les pouvoirs rotatoires de deux termes homologues décroissent rapidement à mesure que l'on considère des termes plus élevés dans la série*[1].

De là résulte que si nous revenons au cas des éthers tartriques, considéré plus haut, le pouvoir rotatoire du corps IV différera relativement peu de celui du corps V ; on pourra donc prendre pour valeur approchée de ce dernier la moitié du pouvoir rotatoire du ditolyltartrate d'éthyle. En d'autres termes, les pouvoirs rotatoires du dibenzoyltartrate et des ditolyltartrates d'éthyle, que l'on ne saurait comparer rigoureusement entre eux, deviennent, au contraire, des données utilisables pour établir des relations seulement qualitatives, par exemple, l'ordre dans lequel ces dérivés doivent être classés par valeurs croissantes des pouvoirs rotatoires, etc.

Il n'y a qu'un cas où l'on doive faire une réserve, c'est lorsque les pouvoirs rotatoires des dérivés comparés sont très voisins les uns des autres : dans ces conditions, les différences qui existent entre les valeurs approchées cessent de rentrer dans les limites des erreurs d'observation, et l'on ne peut plus affirmer que même au point de vue qualitatif, les pouvoirs rotatoires approchés se suivent, par exemple, dans le même ordre que les valeurs exactes que l'on pourrait déduire en suivant la méthode rigoureuse indiquée plus haut.

[1] Voir, par exemple, les tableaux de mesures polarimétriques pour corps homologues : *Landolt*, loc. cit., p. 259-261. M. Tchugaëff (*Berichte*. t. 31, p. 360) admet même une valeur limite du pouvoir rotatoire moléculaire dans chaque série. Cette conclusion paraît prématurée.

Il semblerait résulter des considérations qui viennent d'être développées, que dans le cas des éthers tartriques, les dérivés monosubstitués pourraient se prêter à des comparaisons plus rigoureuses. Tel n'est cependant pas le cas, ainsi que nous allons le démontrer. Considérons, en effet, les éthers monobenzoylé et monotolylé.

$$\begin{array}{c} COOC_2H_5 \\ | \\ H-C^*-O.CO.C_6H_5 \\ | \\ OH-C^{**}-H \\ | \\ COOC_2H_5 \\ \text{VII} \end{array} \qquad \begin{array}{c} COOC_2H_5 \\ | \\ H-C^*-O.CO.C_6H_4CH_3 \\ | \\ OH-C^{**}-H \\ | \\ COOC_2H_5 \\ \text{VIII} \end{array}$$

Si ces corps ne possédaient que les carbones asymétriques C^*, la variation de pouvoir rotatoire constatée en passant d'un corps à l'autre, serait, en effet, uniquement due au remplacement d'un hydrogène benzénique par un groupe méthyle.

Mais, encore ici, il convient de rappeler que le pouvoir rotatoire de chaque éther se décompose en deux parties, l'une due au carbone C^*, l'autre au carbone C^{**}, et l'on voit d'emblée que l'activité du carbone C^{**}, de la formule VIII, doit être un peu différente de celle du carbone C^{**}, de la formule VII.

Encore ici, pour une comparaison rigoureuse, on serait donc obligé d'évaluer séparément l'activité propre à chaque carbone.

De toutes manières, nous sommes donc amenés à conclure que :

1° *Pour établir des relations rigoureuses entre la constitution chimique et l'activité optique, on ne peut utiliser tels quels*

que les pouvoirs rotatoires des corps à un carbone asymétrique.

2° *Les pouvoirs rotatoires des corps à plusieurs carbones asymétriques ne peuvent être utilisés directement que pour des relations approchées et d'ordre qualificatif, encore sous toutes réserves.*

3° *Pour être utilisées dans une étude rigoureuse, les mesures de pouvoir rotatoire de corps à plusieurs carbones asymétriques, doivent être complétées par la détermination des activités propres à chaque carbone asymétrique qui peuvent seules dans ce cas être employées.*

II. *Mode de comparaison à adopter.*

Si l'étude comparée des pouvoirs rotatoires est beaucoup plus compliquée que celle des autres propriétés optiques des corps liquides, il faut en chercher la cause dans le fait que l'allure des pouvoirs rotatoires dans les séries de corps chimiquement très voisins, comme le sont, par exemple, des dérivés homologues, est fort variable d'une série à l'autre.

Pour déterminer l'influence exercée sur le pouvoir rotatoire par le remplacement de tel ou tel groupement par tel ou tel autre plus ou moins voisin, on doit donc toujours tenir compte de l'allure caractéristique du pouvoir rotatoire dans la série comparée.

Nous ne croyons pas inutile de rappeler avec plus de détails qu'on ne l'a fait jusqu'à présent, les principales formes de courbes des pouvoirs rotatoires que l'on peut rencontrer, lorsqu'on opère sur un corps actif, des substitutions modifiant le moins possible sa constitution. Nous nous placerons d'abord à un point de vue purement

expérimental pour comparer ensuite les résultats de l'expérience avec ceux qui se déduisent de la notion du produit d'asymétrie.

Les observations polarimétriques actuellement connues, relatives aux corps homologues, notamment celles faites ces dernières années, permettent de formuler les conclusions suivantes :

I. *Corps à un seul carbone asymétrique.*

1. *Dans les séries de corps actifs homologues normaux, à un seul carbone asymétrique et à un seul groupe variable, les pouvoirs rotatoires revêtent l'une des allures suivantes: ils passent par un maximum, ou prennent des valeurs croissantes, ou prennent des valeurs décroissantes.*

On trouvera dans un mémoire antérieur[1], les observations relatives à 16 séries homologues de corps actifs dont 10 donnant lieu à un maximum et 6 à des valeurs décroissantes. Afin de bien préciser le sens de l'énoncé ci-dessus, nous reproduisons un exemple de chaque cas:

Série à maximum

ÉTHERS	$[\alpha]_D$
Formiate d'amyle	+ 2.01
Acétate »	+ 2.53
Propionate »	+ 2.77
Butyrate »	+ 2.69
Valérate »	+ 2.40
....	
Stéarate d'amyle	+ 1.27

Série décroissante

ÉTHERS	$[\alpha]_D$
Chloropropionate de CH_3	+ 26.83
» de C_2H_5	+ 19.88
» de C_3H_7	+ 11.00

2. *Dans les séries homologues à un seul carbone asymétrique et à deux groupes variables, les pouvoirs rotatoires*

[1] Guye et Chavanne. *Bull. soc. chim.* (3), t. 15.

prennent l'une des allures suivantes : ils passent par un maximum, ou prennent des valeurs décroissantes, ou passent par un minimum.

Voici un exemple caractéristique pour chacun de ces cas; les deux premiers sont empruntés au mémoire déjà cité.

Série à maximum

ÉTHERS	$[\alpha]_D$
Malate de méthyle	— 6.88
» d'éthyle...	— 10.65
» de propyle	— 11.60
» de butyle..	— 10.72

Série décroissante

ÉTHERS	$[\alpha]_D$
Ethoxysuccinate de CH_3	+ 60.98
» de C_2H_5	+ 55.48
» de C_3H_7	+ 51.25
» de C_4H_9	+ 46.43

Série à minimum [1]

ÉTHERS	$[\alpha]_D$
β-méthyladipathe de méthyle	+ 3.64
» d'éthyle.......	+ 2.25
» de propyle.....	+ 2.19
» d'isobutyle	+ 3.01

Telles sont les données de l'expérience.

Si l'on se reporte, maintenant, à la formule du produit d'asymétrie sous sa forme la plus simple :

$$P = \frac{(a-b)(a-c)(a-d)(b-c)(b-d)(c-d)}{(a+b+c+d)^6}$$

et si l'on admet, pour simplifier davantage encore, que les quantités a, b, c, d représentent des facteurs caractéristiques propres à chacun des groupements attachés au carbone asymétrique, la discussion de cette formule démontre que si l'on a les relations $a > b > c > d$ et que si a prend des valeurs croissantes, les valeurs de P

[1] Guye et Melikian. *C. R.*, 1896.

en fonction de *a* sont représentées par une courbe de la forme générale suivante :

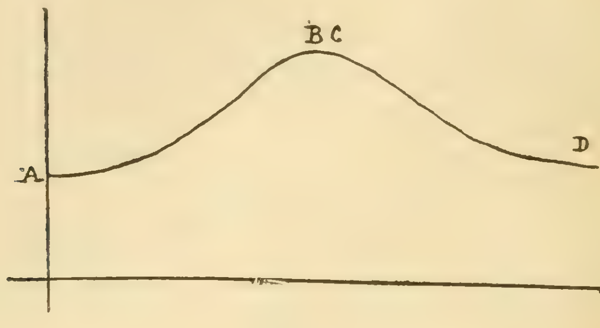


Fig. 1.

Les parties de courbe AB, BC, CD représentent les trois allures rappelées plus haut sous le chiffre 1.

Si l'on discute la même formule dans le cas où l'on fait varier en même temps les deux facteurs *a* et *b* chaque fois d'une même quantité, la courbe dans le cas le plus général est de la forme suivante :

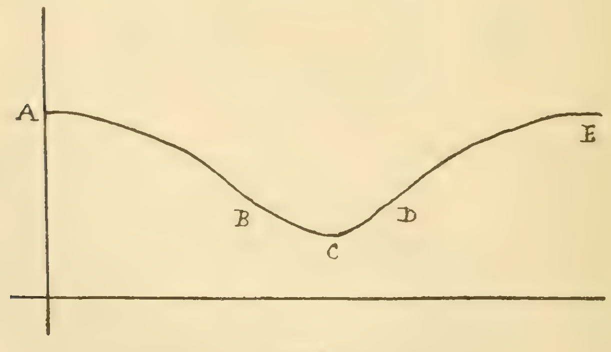


Fig. 2.

qui réalise en ses diverses parties les trois allures mentionnées sous le chiffre 2.

Lorsqu'on considère, par exemple, une série comme celle des éthers méthyladipiques :

$$COOR—CH(CH_3)—CH_2—CH_2—CH_2COOR$$

il est à remarquer que lorsqu'on ajoute à chaque radical R un groupement CH_2, on n'augmente pas d'une même quantité les facteurs *a* et *b*, propres aux deux chaînes COOR et $CH_2CH_2CH_2COOR$. D'après ce que nous avons dit plus haut, l'action sur COOR sera plus forte que sur $CH_2CH_2CH_2COOR$. Cela résulte des distances relatives entre les radicaux R et le carbone asymétrique. En passant d'un éther à l'autre de série homologue, on introduit donc bien dans chaque chaîne deux groupements *identiques* CH_2, mais les facteurs *a* et *b* propres aux chaînes COOR et $CH_2CH_2CH_2COOR$ varient de quantités *différentes*. C'est dans ce cas que la courbe des pouvoirs rotatoires peut passer par un minimum.

II. *Corps à deux carbones asymétriques.*

Pour les corps à deux carbones asymétriques identiques comme c'est le cas pour les dérivés tartriques, on retrouve les mêmes allures que celles propres aux corps à un carbone asymétrique, ainsi qu'on en trouve plusieurs exemples dans les mémoires déjà cités.

Avec deux carbones asymétriques différents, le problème se complique et il faudrait pouvoir, dans chaque cas, déterminer la courbe des pouvoirs rotatoires, qui est la résultante des deux courbes propres à chaque carbone asymétrique. On a déjà indiqué un exemple [1] de ce

[1] Guye et Fayollat. *Bull. soc. chim.* (3) t. 13, p. 19.

genre de construction dans le problème qui nous occupe, construction n'offrant pas grand intérêt, car elle nécessite diverses hypothèses sur les changements des signes optiques par suite des substitutions.

Les pouvoirs rotatoires des corps à deux carbones asymétriques différents, ne pourront donc servir utilement dans ce genre d'études que lorsqu'on aura bien établi les lois relatives aux cas les plus simples.

Il y a cependant un cas où les corps à deux ou plusieurs carbones asymétriques peuvent donner lieu à des valeurs polarimétriques comparables dans une certaine mesure, c'est lorsque les deux carbones asymétriques sont assez éloignés dans la molécule et que le groupement sur lequel on opère les substitutions est voisin d'un seul carbone asymétrique. Tel serait, par exemple, le composé suivant :

$$\begin{array}{ccccccccccccc} & & C_2H_5 & & & & & & & & CH_3 & & \\ & & | & & & & & & & & | & & \\ CH_3 & — & C^* & — & CH_2 & — & CH_2 & — & CH_2 & — & CH_2 — C^{**} & — & COOH \\ & & | & & & & & & & & | & & \\ & & OH & & & & & & & & C_2H_5 & & \end{array}$$

En désignant par *a* et *b* les effets optiques des deux carbones asymétriques C^* et C^{**}, le pouvoir rotatoire sera :

$$[\alpha]_D = a+b$$

Si l'on étudie une série d'éthers obtenus par remplacement de l'atome H du COOH par les radicaux CH_3, C_2H_5, C_3H_7, etc., ces substitutions ne modifieront presque pas le pouvoir rotatoire du carbone C^*, tandis qu'elles altéreront notablement celui du carbone C^{**}. C'est du moins la conséquence du fait expérimental rappelé plus haut, à savoir que les substitutions effec-

tuées sur des groupements suffisamment éloignés du carbone asymétrique ne modifient que faiblement le pouvoir rotatoire.

Le pouvoir rotatoire du carbone C* restera donc sensiblement égal à a pour tous les éthers, tandis que celui de C** prendra après chaque substitution des valeurs b', b'', b''', etc., différentes de la première b. Les pouvoirs rotatoires mesurés seront alors très approximativement :

$[\alpha]_D = a+b'$ pour l'éther méthylique
$[\alpha]_D = a+b''$ » » éthylique
$[\alpha]_D = a+b'''$ » » propylique, etc.

En d'autres termes, les différences entre les pouvoirs rotatoires de ces éthers seront les mêmes que celles propres aux carbones C** que l'on peut seules prendre en considération pour des comparaisons rigoureuses.

Il est à supposer que ces conditions sont à peu près remplies par divers corps actifs du groupe des camphres ainsi qu'on le verra plus loin.

III. *Pouvoirs rotatoires comparés des dérivés benzéniques mono et disubstitués.*

Nous résumons, dans les deux tableaux suivants, nos observations et celles effectuées antérieurement par d'autres expérimentateurs sur des corps actifs aromatiques caractérisés par l'isomérie de position. Pour faciliter l'étude de ces diverses expériences, nous avons présenté d'un côté les corps liquides sur lesquels la mesure du pouvoir rotatoire a été effectuée directement et, d'un autre côté les corps dont les propriétés optiques ont été mesurées sur des solutions.

PREMIER TABLEAU

CORPS LIQUIDES SUR LESQUELS LES MESURES POLARIMÉTRIQUES ONT ÉTÉ EFFECTUÉES DIRECTEMENT

SÉRIE I

Benzoate et toluates d'amyle.

(Guye et Chavanne[1])

Cette série a été empruntée à un travail antérieur que nous avons complété en ce qui concerne le métatoluate d'amyle.

ÉTHERS	$[\alpha]_D$ à 20°	ÉTHERS	$[\alpha]_D$ à 20°
Benzoate d'amyle....	+ 4.99	Métatoluate d'amyle..	+ 5.05
Orthotoluate d'amyle.	+ 4.55	Paratoluate d'amyle..	+ 5.20

SÉRIE II

Benzoate et nitrobenzoate d'amyle.

(Voir première partie)

ÉTHERS	$[\alpha]_D$ à 20°	$[\alpha]_D$ à 75°
Benzoate d'amyle............	+ 4.99	+ 4.49[2]
Orthonitrobenzoate d'amyle....	— 0.53	+ 0.90
Métanitrobenzoate d'amyle....	+ 5.85	+ 4.28
Paranitrobenzoate d'amyle....	+ 6.93	+ 4.82

SÉRIE III

Benzoate et bromobenzoates d'amyle.

(Voir première partie.)

ÉTHERS	$[\alpha]_D$ à 20°	$[\alpha]_D$ à 75°
Benzoate d'amyle.............	+ 4.99	+ 4.49
Orthobromobenzoate d'amyle...	+ 1.88	+ 1.43
Métabromobenzoate d'amyle....	+ 2.70	+ 1.99
Parabromobenzoate d'amyle....	+ 3.18	+ 2.35

[1] Guye et Chavanne. *Bull. soc. chim.* (3) t. 15, p. 292, 1896.

[2] Guye et Aston. *C. R.* 1897, t. 124, p. 194. Valeur interpolée linéairement d'observations faites à 17° = +5.13 et à 99° = +4.23.

Série IV

Benzoate et aminobenzoates d'amyle.

(Voir première partie.)

ÉTHERS	$[\alpha]_D$ à 20°	$[\alpha]_D$ à 75°
Benzoate d'amyle.............	+ 4.99	+ 4.49
Orthoaminobenzoate d'amyle...	+ 5.98	+ 4.99
Métaminobenzoate d'amyle.....	+ 4.95	+ 4.30
Paraminobenzoate d'amyle.....	—	+ 4.19

Série V

Oxydes de phényle et crésylamyle.

(Mlle Welt [1])

OXYDES	$[\alpha]_D$ à 20°
Oxyde de phénylamyle.............	+ 4.01
Oxyde d'orthocrésylamyle..........	+ 3.86
Oxyde de métacrésylamyle..........	+ 3.93
Oxyde de paracrésylamyle..........	+ 4.26

Série VI

Ethers méthyliques des acides dibenzoyle et ditoluyltartriques.

(Frankland et Wharton [2])

ÉTHERS	$[\alpha]_D$ à 100°	$[\alpha]_D$ à 135°	$[\alpha]_D$ à 185°
Dibenzoyltartrate de méthyle....	— 72.56	—66.84	—58.94
Orthoditoluyltartrate de méthyle.	— 68.03	—61.28	—52.76
Métaditoluytartrate de méthyle..	— 79.02	—70.58	—60.96
Paraditoluyltartrate de méthyle..	—102.82	—91.52	—76.90

[1] Welt. *Ann. chim. phys.* (7), t. 7, p. 142, 1895.

[2] Frankland et Wharton. *Journ. chem. soc.*, 1896. t. 69, p. 1309 et 1583.

Série VII

Ethers éthyliques des acides dibenzoyle et ditoluyltartriques.

(Frankland et Wharton[1]).

ÉTHERS	$[\alpha]_D$ à 100°	$[\alpha]_D$ à 135°	$[\alpha]_D$ à 183°
Dibenzoyltartrate d'éthyle.......	—60.77	—56.72	—51.66
Orthoditoluyltartrate d'éthyle....	—54.73	—50.37	—
Métaditoluyltartrate d'éthyle	—63.74	—58.71	—
Paraditoluyltartrate d'éthyle.....	—89.98	—81.46	—69.50

DEUXIÈME TABLEAU

Corps solides dont les propriétés optiques ont été étudiées a l'état de solution

Série VIII

Éthers amyliques des acides phényle et toluylcarbamiques.

(Goldschmith et Freund[2].)

ÉTHERS	$[\alpha]$ à 20° [3]
Phénylcarbamate d'amyle	+ 4.19
Orthotoluylcarbamate d'amyle.....	+ 2.66
Métatoluylcarbamate d'amyle......	+ 3.85
Paratoluylcarbamate d'amyle......	+ 4.47

Série IX

Dianilide et ditoluides de l'acide tartrique.

(Voir première partie.)

CORPS	$[\alpha]_D$ à 20°	CORPS	$[\alpha]_D$ à 20° [4]
Tartranilide	+259	Métatartraditoluide ..	+233
Orthotartraditoluide.	+239	Paratartraditoluide..	+239

[1] Frankland et Warton. *Journ. chem. soc.*, 1896, t, 69, p. 1309 et 1583.

[2] Goldschmidt et Freund. *Zeit. phys. chim.*,1895,t.14, p. 394.

[3] En solution chloroformique.

[4] En solution dans la pyridine.

Série X

Dianilide et ditoluides de l'acide malique.

(Voir première partie et Walden[1].)

CORPS	$[\alpha]_D$ à 20°[3]	$[\alpha]_D$[2] Walden
Malanilide	—101.1	— 60.7
Orthomaladitoluide	— 61.8	— 65.0
Métamaladitoluide	— 75.9	—
Paramaladitoluide	— 92.5	— 70.0

Série XI

Anilide et toluides de l'acide valérique actif.

(Voir première partie)

CORPS	$[\alpha]_D$ à 20°	CORPS	$[\alpha]_D$ à 20°
Valéranilide	+10.5	Métavalératoluide	—
Orthovalératoluide	+ 9.3	Paravalératoluide	+19.1

Série XII

Anilide et toluides de l'acide β-méthyladipique.

(Rawitzer[4]).

CORPS	$[\alpha]_D$ à 20°	CORPS	$[\alpha]_D$ à 20°
Anilide	+ 25.9	Métatoluide	+ 11.0
Orthotoluide	+ 58.2	Paratoluide	+ 35.9

Il est à remarquer que le pouvoir rotatoire du dérivé ortho n'a pas été déterminé dans des conditions comparables à celles des autres dérivés. Les concentrations étaient en effet : 1.76 pour l'anilide et 0.35. 1.52. 1.57 pour les ortho, méta et paratoluides.

[1] Walden. *Zeit. phys. chim.*, 1895, t. 17, p. 264.
[2] En solution dans la pyridine.
[3] En solution dans l'acide acétique.
[4] Rawitzer, *Thèse*, Zurich, p. 25, 1896.

Série XIII

Phényle et toluylcarbamates de menthyle.

(Goldschmidt et Freund [1].)

ÉTHERS	$[\alpha]_D$ à 20°
Phénylcarbamate de menthyle	— 77.2
O-tolylcarbamate de menthyle	— 65.9
M-tolylcarbamate de menthyle.....	— 71.4
P-tolylcarbamate de menthyle	— 72.3

Série XIV

Anilide et toluides de la d.-carvoxime.

(Goldschmidt et Freund [1]).

CORPS	$[\alpha]_D$ à 20°	CORPS	$[\alpha]_D$ à 20°
Anilide..........	+ 33.3	Métatoluide.......	+ 29.9 [2]
Orthotoluide.....	+ 28.2	Paratoluide.......	+ 32.5

Série XV

Benzoyle et toluyle-d.-cavoximes.

(Goldschmidt et Freund [1].)

CORPS	$[\alpha]_D$ à 20°
Benzoyle-d-carvoxime.............	+ 26.6
Orthotoluyle-d-carvoxime..........	+ 27.1
Métatoluyle-d-carvoxime	+ 26.9
Paratoluyle-d-carvoxime	+ 23.4

[1] Goldschmidt et Freund, *Zeit für phys. chim*, 1895, t. 14, p. 397 et suiv.

[2] Les auteurs estiment que l'exactitude du chiffre du métadérivé est douteuse.

Série XVI

Benzoyle et bromobenzoyle-d-carvoximes.

(Goldschmidt et Freund [1].)

CORPS	$[\alpha]_D$ à 20°
Benzoyle-d-carvoxime	+ 26.6
Orthobromobenzoyle-d-carvoxime ..	+ 25.9
Métabromobenzoyle-d-carvoxime ...	+ 18.2
Parabromobenzoyle-d-carvoxime ...	+ 14.9

Série XVII

Benzoyle et nitrobenzoyle-d-carvoximes.

(Goldschmidt et Freund [1].)

CORPS	$[\alpha]_D$ à 20°
Benzoyle-d-carvoxime	+ 26.60
Orthonitrobenzoyle-d-carvoxime...	+ 0
Métanitrobenzoyle-d-carvoxime....	+ 20.68
Paranitrobenzoyle-d-carvoxime....	+ 17.33

Ces deux tableaux vont nous permettre maintenant de jeter un coup d'œil récapitulatif sur les résultats obtenus.

A. Corps liquides,

a) *Influence de la température.*

A l'exception de la série n° 2 (benzoate et nitrobenzoates d'amyle), les variations relatives dues à une élévation de température se produisent dans le même sens ce qui permet de classer dans chaque série les éthers dans le même ordre quelle que soit la température. De plus, dans toutes les séries, l'activité optique diminue avec l'élévation de la température.

[1] Goldschmidt et Freund, *Zeit. phys. chim.*, t. 14, p. 403 et suiv.
[2] En solution chloroformique.

b) *Influence de la substitution.*

Nous allons classer les corps de chaque série du premier tableau par valeurs croissantes de leurs pouvoirs rotatoires ; on obtient ainsi quatre groupes distincts. Nous noterons schématiquement le noyau benzénique monosubstitué par B et chacun des isomères substitués ortho, méta, para, respectivement par O, M, P. Les chiffres se rapportent aux séries du premier tableau dont les pouvoirs rotatoires se classent comme suit :

$O < B < M < P$	Séries I, II, VI, VII
$O < M < P < B$	» III
$P < M < B < O$	» IV
$O < M < B < P$	» V

B. Corps dissous

Influence de la substitution.

Les séries du deuxième tableau, classées d'après le même principe donnent lieu aux cinq groupes suivants :

$O < M < B < P$	Séries VIII
$O < M < P < B$	» X
$M < O < P < B$	» IX
$M < O < B < P$	» XI
$M < B < P < O$	» XII

Ce qui donne, en somme, pour l'ensemble des deux tableaux les sept groupes distincts suivants :

$O < B < M < P$	Séries I, II, VI, VII
$O < M < P < B$	» III, X
$O < M < B < P$	» V, VIII
$P < M < B < O$	» IV
$M < O < P < B$	» IX
$M < O < B < P$	» XI
$M < B < P < O$	» XII

De ce classement il ne semble résulter, au premier abord, aucune règle simple concernant l'influence de la substitution sur le pouvoir rotatoire. En particulier, on ne retrouve que dans quelques cas la confirmation des règles posées par Frankland et Wharton [1].

On sait, en effet, que ces deux savants admettent que les pouvoirs rotatoires des dérivés benzéniques et de leurs produits de substitution ortho, méta et para doivent croître dans l'ordre suivant :

$$O < B < M < P$$

et qu'ils appuyent cette conclusion sur les considérations suivantes :

Si l'on admet que le centre de gravité C du noyau benzénique, soit au centre de gravité d'un hexagone régulier, il est évident qu'avec un groupe X substitué en ortho par rapport à un groupe Y reliant le noyau benzénique au carbone asymétrique, le centre de gravité du noyau benzénique est en *g'* (fig. I), c'est-à-dire plus rapproché du carbone asymétrique que pour un dérivé non substitué (fig. IV).

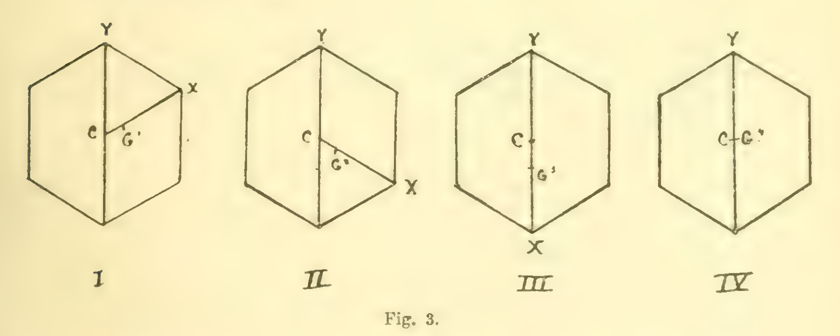


Fig. 3.

Avec un groupe substituant X en position méta par

[1] Frankland et Wharton. *Journ. chem. soc.* 1896, t. 69, p. 1309.

rapport à Y, le centre de gravité est en g'' (fig. II), c'est-à-dire plus éloigné que g'' ou g'''', mais moins éloigné que g''' (fig. III), position qu'il occupe dans un dérivé para. Si donc l'activité optique est influencée par la masse des corps substituants, les pouvoirs rotatoires des quatre dérivés considérés doivent croître dans l'ordre

$$O < B < M < P \qquad c, q, f, d.$$

Les données précédentes, de très complexes qu'elles paraissent au premier abord, deviennent beaucoup plus nettes lorsqu'on les examine en se laissant guider par les considérations qui sont développées dans les deux chapitres précédents.

Il résulte, en effet, de ces considérations, que les actions propres aux groupements B. O. M. P. devront toujours se classer dans le même ordre en tenant compte des diverses allures possibles pour les courbes des pouvoirs rotatoires. L'expérience démontre alors qu'il faut toujours ranger les groupements benzéniques mono et disubstitués dans l'ordre indiqué par MM. Frankland et Wharton, soit $O < B < M < P$, ainsi que cela résulte du tableau suivant dans lequel se trouvent réalisées les quatre formes prévues : séries croissantes, décroissantes, à maximum et à minimum.

Pouvoirs rotatoires croissants.	O	B	M	P
Benzoate et toluates d'amyle....................	+ 4.55	+ 4.99	+ 5.05	− 5.20
Benzoate et nitrobenzoates d'amyle...............	− 0.53	+ 4,99	+ 5.85	− 6.93
Dibenzoyle et ditoluyltartrates de méthyle........	−68.03	−72.56	−79.02	−102.8
Dibenzoyle et ditoluyltartrates d'éthyle	−54.73	−60.77	−63.74	−89.90
Pouvoirs rotatoires décroissants.				
Benzoate et aminobenzoates d'amyle..............	+ 4.99	+ 4.49	+ 4.30	− 4.19
Benzoyle et nitrobenzoyle-d-carvoximes (en solut.)	—	−26.60	−20.68	−17.33
Pouvoirs rotatoires passant par un maximum.				
Benzoate et bromobenzoates d'amyle.............	+ 1.88	+ **4.99**	+ 2.70	− 3.18
Toluides et anilide de l'acide tartrique (en solut.).	− 239	− **259**	− 233	− 239
Toluides et anilide de l'acide malique (en solution).	−61.80	−**101.1**	−75.90	−92.50
Phényle et toluylcarbamates de menthyle (en sol.).	−65.90	−**77.20**	−71.40	−72.30
Anolide et tiluides de la d-carvoxime	+28.20	+**33.30**	—	−32.50
Benzoyle et bromobenzoyle-d-carvoximes..........	+25.90	+**26.60**	+18.24	−14.90
Pouvoirs rotatoires passant par un maximum.				
Anilide et toluides de l'acide β-méthyladipique (en sol.).	−58.20	−25.90	−**11.00**	−35.90
Pouvoirs rotatoires ne rentrant pas dans ces quatre catégories.				
Oxydes de phényle et crésylamyle................	+ 3.86	+ 4.01	+ 3.93	+ 4.26
Toluyle et phénylcarbamates d'amyle (en solution).	− 2.66	− 4.19	− 3.85	+ 4.47
Anilide et toluides de l'acide valérique actif (en sol.).	+ 9.30	+10.50	—	−19.10
Benzoyle et toluyle-d-carvoximes (en solution).....	−27.10	−26.60	−26.90	+23.40

Les quatres séries qui font exception se trouvent, en outre, répondre à des conditions expérimentales défectueuses, ainsi que nous allons le démontrer.

Série des phényle et toluylcarbamates d'amyle. — Les déviations polarimétriques observées sont : $\alpha_D = + 0,70$ pour O, $\alpha_D = + 0,45$ pour B, $\alpha_D = + 0,65$ pour M, $\alpha_D = + 0,75$ pour P. D'après les auteurs, l'incertitude peut atteindre $+ 0.05$[1]. Il suffirait alors que la déviation relative au dérivé benzénique soit de $+ 0,40$ au lieu de 0.45 pour que les pouvoirs rotatoires devien-

[1] Goldschmidt et Freund, *Loc. cit.*, p. 394.

nent O = + 2,7 < B = + 3,8 < M = + 3,85 < P = + 4,47 et que la série rentre dans le premier groupe. En raison de l'incertitude des lectures polarimétriques, cette exception reste donc très douteuse.

Série des oxydes de phényle et crésylamyle. — Les corps étudiés par Mlle Welt, ne constituent pas non plus une exception probante. En effet, ces corps passent à la distillation dans de larges intervalles d'ébullition :

Phénylamyle	Orthocrésylamyle	Métacrésylamyle	Paracrésylamyle
212°—227°	210°—230°	230°—240°	210°—230°

D'autre part, les pouvoirs rotatoires des dérivés ortho, méta et para ont été mesurés avec des tubes polarimétriques de 0,1 dcm. de longueur, les déviations étant comprises entre + 0,40 et + 0,37, le polarimètre Lippich employé donnant une incertitude de 0°01, il suffirait que la déviation de + 0,37 observée pour le dérivé méta fut en réalité de + 0,38 pour que le pouvoir rotatoire devienne + 4,03, ce qui ferait rentrer cette série de corps dans le groupe des éthers à pouvoirs rotatoires croissants.

Série des anilide et toluides de l'acide valérique. — Les réserves faites dans la première partie démontrent suffisamment que l'on ne peut guère se baser sur les valeurs des pouvoirs rotatoires de ces corps.

Série des benzoyle et toluyle—d—carvoximes. — Des considérations analogues à celles développées pour la série des phényle et toluylcarbamates d'amyles permettraient de démontrer qu'eu égard à la précision des mesures polarimétriques, et dans la limite des causes d'erreur, les pouvoirs rotatoires des dérivés B et M ne sont exacts qu'à + 0,2 près et, par suite, peuvent être considérés comme égaux. Dans ces conditions, la série rentrerait dans le groupe à pouvoirs rotatoires décroissants.

D'une manière générale, on peut donc conclure que les quatre séries qui font exception au classement résultant de la règle de MM. Frankland et Wharton et de la forme des courbes des pouvoirs rotatoires n'ont été jusqu'à présent l'objet que de mesures insuffisantes et qu'il conviendra de compléter.

Pouvoirs rotatoires moléculaires. — Nous avons réuni dans le tableau suivant, les valeurs des pouvoirs rotatoires moléculaires.

$$[M]_D = [\alpha]_D \frac{M}{100}$$

TABLEAU ÉTABLI SUIVANT LES POUVOIRS ROTATOIRES MOLÉCULAIRES

Pouvoirs moléculaires croissants.	O	B	M	P
Benzoate et toluates d'amyle..................	− 9.37	− 9.58	+10.40	+10.71
Benzoate et nitrobenzoates d'amyle.............	− 1.26	− 9.58	+13.86	+16.42
Dibenzoyle et ditoluyltartrates d'éthyle*........	−241.7	−251.3	−281.5	−397.8
Anilide et toluides de la d-carvoxime*..........	−70.50	−78.59	—	+81.25
Pouvoirs moléculaires décroissants.				
Benzoyle et nitrobenzoyle-d-carvoximes*........	—	−71.55	−65.00	+54.32
Benzoyle et bromobenzoyle-d-carvoximes*.......	−90.13	−71.55	−63.33	+51.85
Pouvoirs moléculaires à maximum.				
Benzoate et bromobenzoates d'amyle	− 5.09	− 9.58	− 7.32	− 8.62
Anilide et toluides de l'acide malique...........	−212.6	−319.5	−261.0	−318.2
Phényle et toluylcarbamates de menthyle*	−195.7	−219.2	−212.0	−214.7
Phényle et toluylcarbamates d'amyle	− 5.88	− 8.67	− 8.51	− 9.88
Pouvoirs moléculaires à minimum.				
Dibenzoyle et ditoluyltartrates de méthyle*	−281.5	−279.8	−327.0	−425.5
Anilide et toluides de l'acide tartrique *.........	−860.4	−859.8	−838.8	−860.4
Anilide et toluides de l'acide β-méthyladipique ..	−196.7	− 80.3	−37.18	−121.3
Oxydes de phényle et crésylamyle..............	− 6.87	− 6.57	− 6.99	− 7.58
Pouvoirs moléculaires non classés.				
Benzoate et aminobenzoates d'amyle............	+10.33	− 8.62	− 8.90	− 8.67
Benzoyle et toluyle-d-carvoxime*	+76.69	+71.55	−76.12	−66.22
Anilide et toluides de l'acide valérique..........	—	—	—	—

* Corps à plus d'un carbone asymétrique.

On voit, qu'à quelques exceptions près, ils se comportent comme les pouvoirs rotatoires spécifiques.

Nous n'insistons pas autrement sur ce résultat, que nous nous bornons à noter en passant, la question n'étant pas encore tranchée en ce qui concerne la véritable constante optique à utiliser dans l'étude comparative de ces questions.

CONCLUSIONS

De cette étude, rapprochée de celle faite précédemment sur les isomères propyliques et butyliques [1], nous croyons pouvoir déduire en terminant les conclusions suivantes.

1° *Les groupements benzéniques monosubstitués et disubstitués exercent, sur le pouvoir rotatoire des corps, dans la composition desquels ils rentrent, une action spécifique propre, toujours la même dans les séries à pouvoirs rotatoires de même allure.*

2° *Cette action spécifique des divers groupements benzéniques monosubstitués et disubstitués se produit en sens inverse lorsqu'on considère des séries homologues à pouvoirs rotatoires d'allures inverses.*

3° *Lorsqu'on veut conserver aux courbes des pouvoirs rotatoires les formes générales qu'elles peuvent revêtir dans les séries homologues les quatre corps de la série doivent toujours être rangés dans le même ordre, qui est : O. B. M. P,*

ou bien, ce qui revient au même :

Lorsqu'on classe les pouvoirs rotatoires des corps

[1] Guye et Guerchgorine. *Arch. sciences ph. nat.* (4) p. 203, t. 11.

actifs benzéniques mono et disubstitués dans l'ordre O. B. M. P., l'expérience démontre que les valeurs numériques de ces pouvoirs rotatoires réalisent toujours une des allures suivantes : valeurs croissantes, décroissantes, passant par un maximum ou par un minimum.

4° *Si l'on s'appuie sur la formule du produit d'asymétrie, cette dernière conclusion revient à dire qu'au point de vue optique, tout se passe comme s'il existait entre les moments de ces groupes, les relations suivantes :* $O < B < M < P$.

5° *Les moments des groupements benzéniques mono et disubstitués se classent dans l'ordre qui résulte des considérations de masses et de distances, telles qu'elles ont été formulées par MM. Frankland et Wharton.*

Genève, mai 1898.

P. S. — Ce mémoire était rédigé lorsque nous avons eu connaissance de deux publications qui fournissent de nouvelles et intéressantes données pour l'étude de ces questions.

Dans la première, due à MM. Frankland et Mc. Crae [1], nous trouvons les pouvoirs rotatoires du monobenzoyle et des monotolyltartrates d'éthyle :

	O	B	M	P	
Ethers	+10.88	+17.69	+12.57	+15.85	à 99-100°
liquides	+10.62	+13.36	+11.92	+14.59	à 135-138°
Sol. acétique.	+12.43	+34.78	+30.06	+34.60	

Dans la seconde publication, beaucoup plus récente, M. Tschugaeff [2] a étudié les éthers du menthol obtenus à partir de l'acide benzoïque et des trois acides toluiques.

[1] Frankland et Mc. Crae, *Journ. of chem. Soc.*, 1898, p. 307.

[2] L. Tschugaeff, *Berichte d. d. ch. G.*, t. XXXI, p. 1778, (1898).

Nous transcrivons ici ses résultats :

	$[\alpha]_D$	$[M]_D$
O. toluate......	— 84.42	— 231.30
Benzoate.......	— 90.90	— 236.30
M. toluate	— 87.94	— 241.00
P. toluate......	— 92.15	— 252.50

Ces deux séries de corps sont en exception sur les règles indiquées plus haut.

Les corps étudiés sont tous caractérisés par plusieurs carbones asymétriques.

Il en résulte qu'il faut encore accentuer la réserve formulée à la fin du premier chapitre de la seconde partie de notre mémoire, au sujet de l'impossibilité d'utiliser dans ce genre d'étude et, pour des comparaisons rigoureuses, les corps à plusieurs carbones asymétriques.

Il en résulte également que les conclusions finales que nous venons de formuler ne s'appliquent en toute rigueur qu'aux corps caractérisés par un seul carbone asymétrique.

Septembre, 1898.

L'AUTOMOBILISME ET LA FORCE MOTRICE

LE MOTEUR AIR-EAU

PAR

Raoul PICTET

(Suite[1].)

Calcul du moteur Air-Eau fonctionnant sous 6 atmosphères de pression.

La température des cylindres est toujours 350°.

Les conditions de marche sont supposées les mêmes que pour les cas précédents, sauf pour l'admission qui a lieu à $^1/_6$ de la course des pistons.

Travail de compression.

Nous avons la relation :

$$T = 0{,}001 \times 10.333 \text{ Log. } 6 = 0{,}001 \times 10.333 \times 2{,}3026 \log. 6 = 18^{\text{km.}}513$$

par révolution de l'arbre moteur.

Travail moteur.

On a par suite

$$T_m = 18{,}513 \times 2 = 37^{\text{km.}}026$$

d'où en chevaux

$$T_m = \frac{37{,}026 \times 5}{75} = 2^{\text{ch.}}468$$

[1] Voir *Archives*, t. V, avril 1898, p. 350, mai, p. 444, et juin, p. 550; t. VI, juillet, p. 16; décembre, p. 555; t. VII, janvier 1899, p. 43.

Quantité d'eau à introduire.

Nous nous trouvons à l'échappement des cylindres du moteur dans les mêmes conditions que pour le moteur Air-Eau à 9 atmosphères et 350°. Par conséquent, nous aurons la même quantité d'eau à introduire dans le compresseur.

Nous avons trouvé comme consommation :

$0^{gr}2954$ par tour,
et $5^{k}3172$ par heure.

Dépense en Calorique.

I. Chaleur fournie par l'échappement.

Nous sommes dans le cas de l'échappement des cylindres pour le moteur à 9 atmosphères et 350°. Il nous suffit donc de reconstruire la même courbe concernant les quantités de chaleur à récupérer.

II. Quantités de chaleur à fournir :

1) Jusqu'à la saturation de l'air sortant du compresseur.

2) De la température de cette saturation à 350°.

3) Pendant la détente du mélange.

1) *Détermination de la température de saturation de l'air.* Nous avons vu dans le cas du moteur à 9 atmosphères que le rapport entre le volume de vapeur d'eau et le volume total était 0,279.

La tension de saturation est donc

$$760 \times 0{,}279 \times 6 = 1272^{mm.}24,$$

qui correspond à une température de 115°.

Pour construire les courbes représentant la capacité calorifique du mélange à une température quelconque, nous établissons les résultats suivants.

1. *Vaporisation de l'eau, de 30° à 115°.*

t	λ	p	q
30°	585,7	0,000433	0,2520
40°	578,7	0,000695	0,4022
50°	571,8	0,000965	0,5517
60°	564,8	0,001650	0,9315
75°	554,6	0,002850	1,5795
90°	544,0	0,004410	2,3985
100°	537,0	0,006430	3,4540
115°	526,6	0,009500	5,0070

2. *Elévation de 30° à 115° de la vapeur saturante.*

t	p	q
30°	0,007200	0,00342
40°	0,012745	0,00605
50°	0,021360	0,01014
60°	0,034500	0,01630
75°	0,067000	0,03180
90°	0,121900	0,05740
100°	0,176400	0,08370
115°	0,295400	0,14030

3. *Chaleur absorbée par l'eau qui se vaporise.*

t	q
30°	0,2954 — 0,007200 = 0,2882
40°	0,2954 — 0,012745 = 0,2827
50°	0,2954 — 0,021360 = 0,2741
60°	0,2954 — 0,034500 = 0,2609
75°	0,2954 — 0,067000 = 0,2284
90°	0,2954 — 0,121900 = 0,1735
100°	0,2954 — 0,179400 = 0,1190
115°	0 — 0 = 0

Récupération de l'échappement. En opérant, comme il a été expliqué, par tâtonnements successifs, nous arrivons à déterminer la quantité de chaleur qui peut être récupérée dans l'échangeur.

1° Cette quantité de chaleur est de 109 calories, représentées par 548^{mm^2}.

2° La chaleur à fournir à l'eau et à l'air jusqu'à 350° est représentée par 1560^{mm^2}, soit 312 calories.

La quantité de chaleur à fournir réellement est donc de 203 calories, soit à l'heure, $203 \times 18{,}000 = 3654$ grandes calories.

3° La quantité de chaleur nécessaire pour maintenir la détente isothermique dans les cylindres est, par heure :

$$\frac{18{,}513 \times 3}{425} \times 18{,}000 = 2352 \text{ grandes calories.}$$

Chaleur totale à fournir par heure

$$3654 + 2352 = 6006 \text{ grandes calories.}$$

Calcul du moteur à eau pure fonctionnant dans les mêmes conditions de vitesse et de pression.

Travail moteur. Nous avons encore deux cylindres moteurs

$$2 \times 18{,}153 = 37^{k}026.$$

Quantité d'eau à introduire. Le poids spécifique de la vapeur à 350° étant 0,353 (v. calcul plus haut), on a donc

$$p = 0{,}353 \times 2 \times 3600 \times 5 = 12.708 \text{ grammes.}$$

Dépense en calorique.

1) *Pour vaporiser l'eau :* La température correspondante à 6 atmosphères absolues est 159°2.

On a donc

$$\lambda_t = 606{,}5 + 0{,}305 \times 159{,}2 = 655 \text{ calories.}$$
$$q_1\ 12.708 \times 655 = 8324 \text{ grandes calories.}$$

2) *Pour porter cette vapeur à 350° :*

$$q_2 = 12.708 \times 0{,}475\ (350 - 159{,}2) = 1151 \text{ grandes calories.}$$

3) *Pour maintenir cette température constante pendant la détente :*

$$q_3 = \frac{18.513 \times 2}{425} \times 18.000 = 1568 \text{ grandes calories.}$$

4) *Quantité totale de chaleur à fournir par heure :*

$$Q = 11.043 \text{ grandes calories.}$$

Comparaison entre les deux moteurs :

Si nous comparons la quantité de chaleur à fournir respectivement à chaque moteur pour produire le même travail, nous obtenons le rendement économique du moteur Air-Eau

$$C = \frac{6006}{11.043} = 0{,}543.$$

D'où il résulte que l'économie résultant de l'emploi du moteur Air-Eau sur un moteur à vapeur ordinaire de même puissance est de 0,457, soit environ 45 %.

Calcul du moteur Air-Eau fonctionnant a 3 atmosphères de pression.

La température des cylindres est toujours supposée 350°.

Les conditions sont les mêmes que dans les cas précédents, sauf pour l'admission, qui a lieu pendant un tiers de la course des pistons.

Travail de compression :

$$T_c = 10.333 \times 0{,}001 \times L.\ Q. = 10^k7066.$$

Travail moteur :

par tour 10,7066 $\times$ $Q.$ = 21^k4312.

soit en chevaux

$$\frac{21{,}4312 \times 5}{75} = 1^{ch.}45.$$

Poids d'eau à introduire : Nous sommes dans les mêmes conditions que précédemment.

La consommation de l'eau par tour est $0^{gr.}2954$.

» » par heure $5^{kil.}3170$.

Dépense en calorique.

I. *Chaleur fournie par l'échappement :* Identique au cas précédent.

II. *Chaleur à fournir :* Nous avons trois phases à considérer :

1° De 30° jusqu'à la température de saturation de l'air.

2° Depuis la température de saturation jusqu'à 350°.

3° Maintenir cette température constante pendant la détente.

1) *Détermination de la température de saturation de l'air.*

On a encore, comme rapport constant entre le volume total de vapeur et le volume du mélange, 0,279.

On a donc la tension de vapeur correspondante à la saturation

$$760 \times 3 \times 0{,}279 = 636^{mm}12.$$

Cette tension correspond à une température de 95°1.

Pour construire les courbes nous intéressant, nous allons former les tableaux suivants :

1. *Vaporisation de l'eau, de 30° à 95°1.*

t	λ	p	q
30°0	585,7	0,0008664	0,5040
40°0	578,7	0,0013900	0.8044
50°0	571,8	0,0019300	1,1035
60°0	564,8	0,0033000	1,8630
75°0	554,4	0,0057000	3,1590
90°0	544.0	0.0088200	4.7970
95°1	540,5	0,0106800	5,7725

2. *Élévation de la vapeur saturante de 30° à 95°1.*

t	p	q
30°0	0,01440	0,00684
40°0	0,02549	0,01210
50°0	0,04272	0,02029
60°0	0,06900	0,03270
75°0	0.13410	0,06360
90°0	0.24390	0,11580
95°1	0,29540	0.14030

3. *Élévation de l'eau qui se vaporise de 30° à 95°1.*

t						
30°0	0,2954	—	0,01440	=	0,27100
40°0	0,2954	—	0,02549	=	0.26991
50°0	0,2954	—	0,04272	=	0.25268
60°0	0,2954	—	0,06900	=	0.22640
75°0	0.2954	—	0.13410	=	0.16130
90°0	0.2954	—	0.24390	=	0.05150
95°1	0,2954	—	0,29540	=	0,00000

Récupération de la chaleur de l'échappement[1].

En comparant les deux courbes, et par tâtonnements successifs, nous arrivons à déterminer la quantité de chaleur qui peut être récupérée dans l'échangeur.

Elle est représentée par 578^{mm^2}; sa valeur est donc de 115,5 calories.

Nous mesurons cette quantité de chaleur sur la courbe en même temps que nous relevons la quantité de chaleur fournie au mélange jusqu'à 350°.

Cette quantité totale de chaleur est représentée par 1304^{mm^2}.

Sa valeur est donc 261 calories.

La chaleur réellement à fournir pendant ces deux phases et à cause de la récupération de l'échappement est ainsi

$$261 - 115{,}5 = 145{,}5 \text{ calories,}$$

soit par heure

$$145{,}5 \times 18.000 = 2619{,}^{cal}5.$$

Chaleur nécessaire pour maintenir la détente isothermique.

Elle a par heure

$$\frac{10{,}7066 \times 3 \times 5}{425} \times 3{,}600 = 1336{,}8$$

soit en tout 3955,3 grandes calories.

[1] Voir *Archives*, 1898, t. VI, planche V.

MOTEUR A EAU PURE FONCTIONNANT DANS LES MÊMES CONDITIONS DE VITESSE ET DE PRESSION.

Travail moteur :

On a

$$T_m = 21^{km}4312, \text{ soit } 1,425 \text{ cheval.}$$

Poids de l'eau à introduire :

Nous avons, comme dans les moteurs à 9 et 6 atmosphères, une consommation d'eau de

12.708 grammes à l'heure.

I. *Dépense en calorique.*

1° Vaporisation de l'eau à la pression de 3 atmosphères, c'est-à-dire à la température de 133°9.

Chaleur totale $\lambda_t = 606,5 \times 0,305 \times 133,9 = 647,3.$

$q_1 = 12.708 \times 647,3 = 8225$ grandes calories.

2° Pour surchauffer cette vapeur à 350°

$q_a = 12.708 \times 0,475\ (350 - 133,9) = 1267$ gr. calories.

3° Pour maintenir la détente de cette vapeur isothermique

$$\frac{2 \times 10,7066}{425} \times 5 \times 3,600 = 891,2 \text{ grandes calories.}$$

Quantité totale de chaleur à fournir

Q = 10.383,2 grandes calories.

II. *Chaleur fournie par l'échappement.*

De 350° à 100°, la valeur d'échappement peut céder une quantité de chaleur

$$12.708 \times 250 \times 0,435 = 1609 \text{ grandes calories.}$$

Soit à fournir réellement à l'heure

$$10.383,2 - 1609 = 8774,2.$$

Rendement économique du moteur Air-Eau.

Nous obtenons le rendement économique

$$C = \frac{3955,3}{8774,2} = 0,45.$$

L'économie résultant de l'emploi du moteur Air-Eau est donc d'environ 55 %.

(*A suivre.*)

NOTES RELATIVES

A LA

THERMO-ÉLECTRICITÉ CRISTALLINE

PAR

F.-Louis PERROT

A. *Sur une anomalie observée dans certains prismes de bismuth cristallisé, au point de vue thermo-électrique.*

Au cours de mes recherches sur les forces électromotrices thermo-électriques dans le bismuth cristallisé[1] j'avais observé le fait suivant :

Les deux premiers prismes P et G qui furent étudiés donnèrent en janvier dans une série préliminaire, faite, il est vrai, dans des conditions imparfaites de refroidissement de la soudure froide, des rapports[2]

$$\frac{\text{force électromotrice } \parallel}{\text{force électromotrice } \perp}$$

[1] *Archives* tome VI. p. 105 et 229, 1898. — Le point traité dans la présente note avait été signalé déjà, *ibid.* page 255.

[2] Le symbole || désigne la direction du courant parallèle à l'axe cristallographique (les soudures bismuth-cuivre ayant leur plan parallèle au clivage principal) et le signe ⊥ désigne la direction du courant perpendiculaire à l'axe (les soudures ayant leur plan perpendiculaire au clivage principal). — Voir *Archives* loc. cit. pages 116 et 256.

plus élevés que ceux que je trouvai plus tard pour les mêmes prismes lors des séries définitives, en février et mars.

Vers la fin des mesures définitives, assez nombreuses et dont les résultats se rangeaient en courbes très nettes, j'observai une faible tendance à l'abaissement dans le même rapport $\frac{\parallel}{\perp}$. Laissant de côté quelque temps les prismes P et G je fis de nouvelles préparations et en tirai d'autres prismes, entre autre le prisme A. Ces nouveaux furent étudiés en mai et juin, mais lorsque je voulus les comparer aux anciens je vis que, pour P et G, le rapport avait décidément beaucoup diminué et qu'au lieu d'être compris entre 2,00 et 1,97 comme en mars, pour G entre 10° et 100°, il était tombé à 1,79 en juillet. Le changement sur P était à peu près de même ordre. Chose curieuse, la force électromotrice absolue dans le sens $\parallel$ n'était pas altérée; c'était seulement la force électromotrice dans le sens $\perp$ qui se trouvait notablement accrue.

Les prismes étant souvent nettoyés il était impossible d'attribuer le changement à une oxydation superficielle. En outre toute cause extérieure provenant de l'expérimentation, des thermomètres, des soudures ou des contacts aurait affecté non seulement les résultats $\perp$ mais encore les $\parallel$. La cause du changement de valeur de la *f. e* $\perp$ devait donc provenir de l'intérieur des prismes.

J'ai cherché si un échauffement prolongé avait été la cause du changement du rapport. A cet effet je laissai exposés à une température de 93° les prismes P et A pendant 12 heures. L'expérience, faite en novembre, donna pour P un rapport identique à celui trouvé en juillet et pour A un rapport un peu inférieur.

Les deux prismes furent ensuite soumis à des trempes réitérées, en ce sens qu'ils furent plongés alternativement dans de l'eau à 98° et dans de l'eau à 15°, en répétant d'abord 10 fois, puis 30 fois l'opération. Nettoyés ils donnèrent des moyennes un peu plus faibles qu'auparavant, mais dans les limites des erreurs d'observation, aussi les effets de la trempe peuvent-ils être considérés comme peu sensibles.

Voici les valeurs moyennes trouvées pour le rapport $f.\ e. \frac{\parallel}{\perp}$ mesuré entre $t = 14°$ et $t' = 32°$.

P. en janvier (*1898*) = 2.45	——	
P. en mars = 2.32	——	
P. en juillet = 2,00	A. en juillet = de 2,35 à 2,25	
P. en novembre avant les trempes = 2.00	A. en novembre avant les trempes = 2,23	
P. en novembre après 40 trempes = 1.97	A. en novembre après 10 trempes = de 2,22	
	après 40 trempes = de 2,12	

Les faits qui se dégagent des observations ci-dessus sont les suivants :

1° L'abaissement plus ou moins graduel du rapport des axes thermo-électriques n'est pas un phénomène systématique et continu qui soit dû à un échauffement prolongé, ni à des échauffements et refroidissements successifs des prismes, comme il leur en est infligé lorsqu'ils sont soumis à des mesures.

2° L'abaissement de ce rapport n'est pas dû non plus à un tassement qui continue indéfiniment avec le temps, car on n'a pas observé de diminution sensible entre juillet et novembre.

3° L'abaissement du rapport paraît plutôt être un phé-

nomène accidentel, beaucoup plus manifeste dans certains morceaux de bismuth que dans d'autres et se produisant à des moments et pendant une durée que l'on ne peut prévoir.

Peut être que l'abaissement a été plus sensible dans P et G que dans A parce que les deux premiers provenaient d'une fonte au four Perrot, qui s'est refroidie dans l'espace de une ou deux heures, tandis que A était tiré d'une fonte dans un four à poteries où le refroidissement est incomparablement plus lent. Or on sait que les verres et d'autres substances refroidis rapidement peuvent être dans un état d'équilibre moléculaire apparent qui tôt ou tard est rompu, sans cause extérieure appréciable, leur structure se modifiant graduellement ou par soubresauts. Témoin d'une part les changements de points fixes des thermomètres et, d'autre part, les bris spontanés de vases mal recuits. Des phénomènes de même ordre peuvent fort bien avoir modifié à un moment ou à un autre l'état moléculaire du bismuth et avoir entraîné un changement dans les grandeurs relatives des axes de thermo-électricité.

4° Le changement du rapport dans certains prismes de bismuth montre qu'ils ne sont pas dans un état moléculaire stable. Il n'y a donc aucune probabilité à ce que l'on trouve à une même époque des valeurs identiques pour les forces électromotrices dans tous les prismes. Mais en mesurant un prisme ou un autre pendant une période où ses variations sont nulles ou extrêmement faibles, on peut se faire une idée assez exacte des phénomènes thermo-électriques dans un milieu cristallisé. Il est possible aussi de se rendre compte de l'ordre de grandeur des forces thermo-électriques qui sont en jeu.

B. *Vérification de la formule de l'ellipsoïde de thermo-électricité.*

Th. Liebisch[1] a démontré que la formule de l'ellipsoïde

$$\tau_\gamma \cos^2 \omega + \tau_\alpha \sin^2 \omega = \tau$$

convient aussi bien au calcul des forces électromotrices thermo-électriques dans des directions inclinées sur les axes de thermo-électricité d'un cristal du système hexagonal qu'à la représentation de l'effet Peltier dans le même cristal. Liebisch a vérifié cette formule sur l'*oligiste* en se servant des données expérimentales de Bäckström[2].

Les mesures de vérification que j'avais faites au mois de novembre sur le prisme P de bismuth, durant une période où son rapport $\frac{\parallel}{\perp}$ variait très peu, m'avaient fourni les valeurs moyennes du pouvoir thermo-électrique bismuth-cuivre, soit dans la direction de l'axe $\parallel$ soit dans la direction $\perp$. Désirant en profiter pour vérifier sur le *bismuth* la formule de Liebisch, ce qui je crois n'a pas encore été fait, je taillai à la même époque dans le prisme P deux faces parallèles entre elles et dont la normale faisait avec l'axe $\parallel$ un angle de $\omega = 40°$.

Pour l'appareil et la méthode des mesures, je renvoie à mon précédent mémoire (*Archives*, loc. cit.).

Voici le résumé des pouvoirs thermo-électriques, re-

[1] Th. Liebisch. *Wied. Ann.* t. 39. p. 390, 1890.
[2] H. Bäckström. *Oefvers. k. Vetensk. Förh.* 1888, nº 8, p. 553.

présentés en divisions de l'échelle galvanométrique. Il a paru inutile de les traduire en volts.

Le pouvoir thermo-électrique est, comme toujours, la force électromotrice développée par une différence de 1° centigrade entre les soudures t et t'. Les tableaux suivants donnent les pouvoirs moyens dans des intervalles de température compris entre 12° et 31°.

Direction $\parallel = \gamma$

	t	t'	pouvoir therm.
	13.95	35°3	14.00
	14.15	29 1	15.01
	14.28	30 3	14.22
	15.32	31 4	14.29
	13.42	31 9	14.20
moyenne:	14°2	31°6	14.34 = τ_γ

Direction $\perp = \alpha$.

	t	t'	pouvoir therm.
	13.87	35 0	7.236
	14.20	28 95	7.31
	14.45	29 7	7.07
	15.15	31 7	7.24
	12.52	32 42	7.18
moyenne:	14°04	31°55	7.207 = τ_α

Direction ω.

	t	t'	pouvoir therm.
	12.22	31 72	11.53
	12.22	30 82	11.46
	13.27	31 12	11.35
moyenne:	12°57	31°22	11.447 = τ

Le calcul par la formule de Liebisch donne, en faisant dans

$$\tau_\gamma \cos^2 \omega + \tau_\alpha \sin^2 \omega = \tau$$

$$\tau_\gamma = 14.34\,, \qquad \tau_\alpha = 7.207\,; \qquad \omega = 40^\circ$$

pour τ une valeur $= 11.393$

différence *observé* — *calculé* = 0.054 soit 0,47 % de la valeur τ.

Cette différence est comprise dans les limites des erreurs d'observation et la formule se trouve vérifiée d'une façon satisfaisante.

Pour l'*oligiste*, Liebisch avait trouvé une différence en sens inverse :

calculé — *observé* = 0,34 % sur la valeur de τ.

Genève, laboratoire de physique de l'Université, décembre 1898.

SUR UN CAS

DE

PILOSISME EXAGÉRÉ

(HYPERTRICHOSIS)

PAR

Eugène PITARD

(Avec la planche II.)

Communiqué à la Société de Physique et d'Histoire naturelle de Genève dans sa séance du 2 février 1899.

J'ai eu dernièrement l'occasion d'étudier un cas de pilosisme très accentué dont est atteint un homme qu'on nommait Rham-a-Sama et qu'on montrait à Genève, dans une baraque de forain. J'ai examiné cet homme à plusieurs reprises, malheureusement toujours dans des conditions défavorables et dans des séances de peu de durée. Une fois, M. le Dr Wartmann s'est joint à moi, ainsi que M. E. Lacour, dentiste, qui a exécuté le moulage des arcades dentaires. Rham-a-Sama a déjà été exhibé en différentes villes. M. le Dr Reboul de Nîmes a présenté des photographies de ce sujet à la Société d'Anthropologie de Paris, et a publié dans le Bulletin de cette Société[1] des indications le concernant. Des cas de tel

[1] J. Reboul, *homme velu*. Présentation des photographies du sujet, etc., *Bull. Soc. Anthr.*, Paris 1897, p. 444.

pilosisme étant très rares, il m'a paru intéressant de publier la présente note.

Le nommé Rham-a-Sama doit être âgé d'environ 45 à 50 ans. Son Barnum prétend qu'il a été capturé au pied de l'Himalaya, par les délégués d'une Commission russe de topographie? C'est dans tous les cas un sujet qui paraît assez inférieur au point de vue cérébral, j'ai pu m'en rendre compte à diverses reprises. Jamais je n'ai réussi à entendre de lui autre chose que des sons inarticulés. Mais il est encore bon de faire des réserves quant sa valeur intellectuelle. Quant à sa santé physique elle paraît être bonne, c'est d'ailleurs ce que nous a déclaré son Barnum qui le *possède* depuis cinq ans, paraît-il.

La taille est plutôt petite, mais le corps est bien conformé, on peut même dire que les lignes en sont harmonieuses, les hanches seraient peut-être un peu étroites et ont, par derrière, un aspect infantile. Les jambes sont courtes.

La tête qui est normale comme aspect général présente deux bourrelets graisseux placés horizontalement vers la base de l'occipital. Le bourrelet supérieur est d'une longueur d'environ 10 centimètres sur 3 1/2 de hauteur, le second n'a que 8 centimètres sur 3 de hauteur. La bouche est grande, les lèvres sont épaisses, les oreilles également développées, ont une forme triangulaire, larges en haut et s'amincissant passablement vers le bas; le front est nu, il s'élève droit, en façade; les divergences des crêtes frontales sont faibles; les yeux sont bruns, le nez est droit, fort et haut.

Le larynx est gros et dur; le cartilage cricoïde

assez développé, en forme d'éperon, est dur; la glande thyroïde est également forte, ce qui fait dire au Barnum que Rham-a-Sama a deux « pommes d'Adam ».

Les seins présentent des mamelons saillants, le droit est un peu plus développé que le gauche. Le sillon ombilical est dans l'axe vertical; la verge est normale plutôt grosse, le testicule droit manque; il n'a pas été senti à l'exploration inguino-scrotale ; le testicule gauche est normal.

Le corps est complètement recouvert de poils qui sont surtout développés sur le tronc et les membres supérieurs. La paume des mains et la plante des pieds sont complètement dépourvues de villosités.

La chevelure est très développée, les cheveux sont soyeux, grisonnants, ondulés, d'une longueur de 40 centimètres environ. Leur implantation est à l'ordinaire des races blanches. La barbe, qui atteint 35 centimètres de longueur est formée de poils gris, soyeux et ondulés comme les cheveux; les poils de la poitrine sont aussi ondulés, ils sont rassemblés surtout dans la partie médiane. Autour du mamelon ils rayonnent et remontent régulièrement jusqu'au menton, divergent sur les épaules, remontent vers la nuque; le dos est beaucoup plus velu. Sur la ligne médiane, on voit comme une sorte de crinière allant depuis la nuque jusqu'au coccyx et dont les poils noirs dirigés vers le bas, ont, dans la région lombaire et sacrée où ils atteignent la plus grande longueur, environ 12 centimètres ; les parties latérales du dos sont aussi complètementrecouvertes de poils bruns. Ceux-ci partent de l'aisselle, se dirigent vers le bas de l'omoplate, puis remontent vers l'échine, ils vont donc obliquement de bas en haut et du dehors au dedans

(ligne médiane). Ce sont les épaules qui possèdent les touffes les plus fournies. En cet endroit le poil a 6 centimètres de longueur, il est aussi grisonnant.

Les régions du corps où, ordinairement, les villosités sont très accentuées, le pubis et la région axillaire ne présentent rien de spécial sous ce rapport.

Sur les bras, qui sont peu poilus dans la région du biceps, les poils descendent de haut en bas sur la face intérieure. Sur la face externe, ils descendent le long du segment supérieur et remontent le long de l'autre segment, de ce côté-là ils se rejoignent donc au coude.

Sur les membres inférieurs les poils descendent de la cuisse jusqu'au pied, ils remontent un peu dans la région trochantérienne. Un peu au-dessous du mollet les poils sont déjà moins nombreux.

J'ai essayé de prendre quelques mesures sur Rham-a-Sama. Ainsi que je l'ai déjà dit ces mesures ont été obtenues dans de mauvaises conditions. Je mets des ? à côté de celles qui sont les moins exactes. Si, *malgré qu'elles sont sujettes à caution*, je les indique ici, c'est qu'il se pourrait que le sujet en question, pour une raison ou pour une autre, ne soit plus jamais mesuré. Les anthropologistes qui pourraient examiner après moi Rham-a-Sama trouveront des différences; ils devront tenir compte des réserves que je viens de formuler [1].

[1] Quelques-unes de ces mesures ont été prises par les agents du service anthropométrique. Je dois remercier ici M. Martin, secrétaire du Départ. de Justice et Police, qui a bien voulu mettre à ma disposition quelques instruments de ce service.

Hauteur au-dessus du sol :

Vertex	1583		millimètres.
Trou auditif	1425		»
Fourchette du sternum	1242	(?)	»
Mamelon	1092	(?)	»
Ombilic	905	(?)	»
Taille assis	890		»

Chez la plupart des sujets ordinaires en doublant la taille assis on obtient à peu près la taille debout ; il n'en est pas ainsi dans le présent cas, le buste est donc relativement très élevé.

Voici les hauteurs (?) au-dessus du sol qui concernent les membres.

Acromion (bord externe)	1250		millimètres.
Articulation du coude	979		»
Apophyse styloïde du radius	728		»
Extrémité du médius	565		»
Bord supérieur du grand trochanter	772	(?)	»
Articulation du genou	389		»

Largeurs :

Grande envergure	1530	»
Biacromiale	391	»
Bihumérale (épaules)	418	»
Bimamelonnaire	188	»
Minimum à la ceinture	239	»

Je regrette de n'avoir pu prendre avec suffisamment d'exactitude les diamètres du bassin pour pouvoir en parler ici.

Main :

Longueur totale..............	172	millimètres.
largeur maximum	83	»

la longueur libre du médius est de 75 millimètres, celle de l'index 68. de l'annulaire 70 et celle de l'auriculaire 51. Toutes ces mesures prises sur le dessin de la main.

Le pied a une longueur totale de 240 millimètres. Sa forme est normale. Sa largeur = 93 millimètres.

Circonférences :

Du cou	390	»
Du thorax au-dessus des seins ...	830	»
De la ceinture	725	»
De la cuisse au pli fessier	490	»
De la cuisse au-dessus du genou..	370	»
Du mollet maximum	350	»
Du bras (partie moyenne)......	258	»
De l'avant bras maximum	248	»
De l'avant bras minimum.......	165	»

Mesures de la tête :

Diamètre antéro-postérieur maxim.	189	»
— transverse maximum ...	152	»
— vertical	133	»
— frontal minimum......	111	»

l'indice céphalique est de 80.42. ce qui classe le sujet parmi les sous-brachycéphales.

Le crâne est donc d'après les chiffres ci-dessus d'assez grande dimension. Par contre la face n'est pas large.

Mesures de la face :

Largeur bizygomatique	132	millimètres.
— bioculaire interne	33	»
— bioculaire externe	96	»
Nez hauteur	58	»
— largeur	37,5	»
Bouche fente buccale	54	»
Hauteur de la lèvre supérieure	12	»
— — inférieure	16	»
Oreille longueur	70	»
— largeur	43	»

l'indice crânio-facial (rapport de la largeur bizygomatique au diamètre transverse maximum) est 86.84, l'indice nasal = 64.65, indiquant la leptorrhinie.

Chez la plupart des hommes velus examinés jusqu'à ce jour ce développement exagéré du système pileux se complique d'anomalies du système dentaire. C'était le cas chez Julia Pastrana, qui a possédé une double rangée de dents, chez les membres de la famille Shwe Maong atteints de pilosisme et qui n'ont jamais eu (le grand-père, la mère et le petit-fils) que des dents incisives ; chez Adrien Jeftichew et son fils Théodore, etc.. Chez Rham-a-Sama les anomalies sont limitées au maxillaire supérieur; mais le sujet a possédé toutes ses dents. Plusieurs ont été arrachées ou sont rasées jusqu'à la gencive par suite de carie. La lèvre supérieure présente une légère encoche indice d'un bec de lièvre. La voûte palatine est étroite (longueur (?) 58, largeur 26 entre les troisième molaires et 34 entre les cinquièmes) et profonde. On y voit une fissure sinueuse se continuant sur le côté droit, sur le bord dentaire du maxillaire, à gauche de la canine.

Le maxillaire gauche chevauche en avant et au-dessus du maxillaire droit ainsi que l'avait déjà remarqué M. Reboul. Cela est dû sans doute au bec de lièvre. Le maxillaire inférieur est plus large que le supérieur (largeur 39,5 entre les cinquièmes molaires) et les molaires gauches et droite sont inclinées vers la partie médiane: elles ne rencontrent qu'en partie les antagonistes supérieures, et il se passe là le phénomène contraire à ce qui se passe ordinairement où la couronne des molaires supérieures déborde en dehors la couronne des molaires sous-jacentes. L'articulation des deux mâchoires est tout à fait défectueuse; la grande incisive moyenne (la seule qui existe) rencontre les deux incisives moyennes inférieures. Le Barnum dit que Rham-a-Sama ne mange que des légumes et des fruits : on le comprendrait aisément à cause de sa dentition. Quant aux dents (nous ne nous occupons que de la mâchoire supérieure), à gauche (et laissant de côté les molaires qui ne présentent rien de spécial) : la canine est forte, placée régulièrement: la première incisive n'est pas en place sur l'arcade, elle a émigré en dedans et un peu en arrière de la canine. La deuxième incisive est bien placée. A droite : la canine est plus petite que celle de gauche: la première incisive est aussi en dedans et en arrière de la canine comme à gauche. Quant à la grande incisive elle est absente : elle a probablement été arrachée. Mais il existe, placée tout contre l'incisive moyenne gauche, et transversalement par rapport à celle-ci, une dent supplémentaire qu'on peut considérer soit comme une incisive moyenne supplémentaire modifiée, soit comme une canine supplémentaire. C'est cette dernière alternative qui est acceptée par les dentistes que j'ai consultés. Le fait que Rham-a-Sama a possédé toutes ses

dents (et peut-être une en plus) est intéressant en ce qu'il est en contradiction avec les faits généralement observés chez les hommes velus.

Quant à la monorchidie constatée, peut-elle être rapprochée des anomalies génitales qui retentissent parfois sur l'appareil pileux ?

Il est vraiment dommage que l'on ne puisse rien savoir d'exact sur les ancêtres de Rham-a-Sama et sur sa vie passée.

En ce qui concerne la place que doit occuper, au point de vue ethnique, Rham-a-Sama, nous désirons ne pas nous aventurer.

BULLETIN SCIENTIFIQUE

ASTRONOMIE

Général LAFOUGE. ESSAI SYNTHÉTIQUE SUR LA FORMATION DU SYSTÈME SOLAIRE. 1re partie, formation du système. Châlons sur-Marne, 1898.

Comme le dit fort bien M. C. Wolf dans la préface de son remarquable ouvrage critique, *Les hypothèses cosmogoniques* (Paris 1886) : « L'esprit humain est ainsi fait qu'il a besoin d'une solution, quelle qu'elle soit, des grands problèmes qui intéressent le passé et l'avenir du monde ; et c'est ce qui explique l'engouement du public pour les hypothèses cosmogoniques, bien qu'il n'en puisse pas saisir le fort et le faible. Tel est l'attrait de ces spéculations sur l'origine des mondes, que les plus grands esprits de tous les temps n'ont pas dédaigné d'y arrêter leurs méditations et d'en chercher une solution d'après les idées scientifiques de leur époque. »

Parmi les conceptions relatives à l'origine de notre système solaire, celle d'une nébuleuse est la plus simple et la plus rationnelle. Kant a été le premier à développer cette hypothèse. Puis, indépendamment de lui, Laplace l'a sommairement reprise dans son *Exposition du Systeme du Monde* et établie sur des bases plus scientifiques. Mais cette hypothèse que les travaux de Roche et de M. G.-H. Darwin rendent tout à fait acceptable, en théorie, d'après les développements de M. Wolf, rencontre une objection capitale, à côté de quelques objections secondaires :

« Les calculs de Helmholtz et de Sir W. Thomson (Lord Kelvin) limitent, d'après M. Wolf, à 30 millions d'années, au plus, la provision de chaleur que la condensation de la matière primitive dans le soleil a pu y accumuler. La terre ne peut donc exister que depuis un nombre d'années moindre.

Or les géologues exigent des centaines de millions d'années pour la formation des couches qui composent notre globe. Il y a donc contradiction entre le chronomètre des astronomes et celui des géologues, et cette contradiction, il faut l'avouer, est impossible à écarter aujourd'hui. On aura beau, avec M. Faye (dans son ouvrage, *Sur l'Origine du Monde*, Paris 1884), faire naître la terre avant le soleil ; les quelques millions d'années que l'on gagnera ainsi ne satisferont pas l'avidité du géologue, puisqu'on ne pourra pas lui en donner plus de trente, quand il en veut des centaines. . .»

Dans l'ouvrage que nous annonçons aujourd'hui, M. le général Lafouge a cherché à répondre à cette grosse objection, tout en établissant une synthèse générale de la formation du système solaire, soleil, planètes et satellites. Il sera naturellement impossible de rendre compte, dans le peu de place dont nous disposons, de ce travail considérable; nous chercherons seulement à indiquer les principaux traits des conceptions de l'auteur.

Pour M. le général Lafouge, l'origine de notre système est une nébuleuse excessivement diffuse, froide, de forme quelconque, (pourquoi quelconque?) s'étendant très au delà de l'orbite actuelle de Neptune et sans condensation centrale. La nébuleuse a une densité de valeur évanouissante et est homogène. Puis, sous l'influence des forces extérieures seules, la Nébuleuse se façonne, perd son homogénéité, prend une forme ellipsoïdale et tourne tout d'une pièce.— Par quel mécanisme ? c'est ce dont il est difficile de se rendre compte. — Puis la force centrifuge intervient et disjoint les différentes couches et il se forme des centres attractifs et principalement un noyau central dont la vitesse de rotation croît sans cesse. Il se forme alors une première zone annulaire dense par la réunion des particules que la force centrifuge et la dilatation éloignent du centre avec celles que la pesanteur attire de l'extérieur vers l'anneau. Après ce premier anneau il s'en forme successivement d'autres, *dans l'intérieur de la Nébuleuse* et à des distances de plus en plus grandes du centre. Chaque anneau donne naissance à une planète ou à un ensemble d'astéroïdes.

Dans la conception de Laplace, les anneaux se formaient à l'extérieur de la Nébuleuse solaire. Dans celle de M. Faye il y a deux groupes d'anneaux naissant spontanément dans l'intérieur de la Nébuleuse. La théorie de M. le général Lafouge touche par quelques points à chacun de ces deux systèmes et l'auteur discute, dans un de ces chapitres, les formes diverses que prend, durant la formation des anneaux, l'expression des forces gravitiques qui agissent sur eux. La série de ces forces est variable et complexe, car elles sont plus ou moins proportionnelles a la distance, lorsque la Nébuleuse se rapproche de l'état homogène, plus ou moins conformes à la loi newtonienne, à mesure que l'agglomération centrale de la Nébuleuse s'accuse.

L'étude du mode de décomposition des anneaux dans l'idée de l'auteur, et de la formation dans chacun d'entre eux, d'une planète ou d'un grand nombre d'astéroïdes, nous entraînerait trop loin. Notons seulement que pour M. le général Lafouge, les matériaux de l'anneau ne sont *en aucun cas* intégralement incorporés dans la planète. Tous ces matériaux non incorporés iront grossir plus tard la condensation centrale, mais commencent par s'en éloigner.

Dans les chapitres suivants, l'auteur cherche à rendre compte des causes de l'inclinaison variable des équateurs planétaires sur les orbites et sur l'équateur du soleil, des masses, des volumes et des densités des planètes. Pour lui la planète type est Jupiter dont la densité est la moyenne de toutes les autres et dont la distance est rapprochée de la moyenne de toutes les autres; Jupiter a donc dû se former d'une manière normale. Le général Lafouge ne laisse de côté aucun des points de détail qui différencient les diverses planètes et il trouve une explication à toutes les divergences qui distinguent ces corps les uns des autres; ce qui ne signifie pas que toutes ces explications soient concluantes. Et il résulte, naturellement, de cette recherche de ne rien laisser de côté, que le volume de M. le général Lafouge en devient un peu touffu et que la lecture n'en est pas toujours aisée.

Les satellites se sont formés autour des planètes de la même manière que les planètes autour de la condensation cen-

trale. L'auteur rend compte, d'une façon satisfaisante, des divergences des différents systèmes planétaires. Pour lui, la lune n'est pas un satellite au vrai sens du mot et il voit dans le système de la terre et de la lune un cas de *planète double* formée dans l'anneau terrestre. Nous aurions désiré voir l'auteur attacher plus d'importance au rôle des marées qui ont dû se produire, de tous temps, entre les planètes et leurs satellites.

Si nous avons bien compris l'auteur, il y a eu un transport continu de matière sous l'effet des forces en jeu, soit de l'intérieur vers l'extérieur soit en sens inverse. En ce qui concerne les planètes, la condensation qui se forme dans un anneau doit, en se mouvant dans l'intérieur de la Nébuleuse, se rapprocher peu à peu de la condensation centrale. Le restant de la matière de l'anneau a dû au contraire, d'après l'auteur, s'éloigner toujours plus vers l'extérieur. Puis est venu un moment où toute cette matière moins condensée et s'éloignant vers le dehors en est venue, elle aussi, à se rapprocher du centre et, à ce moment, la condensation finale a commencé.

Cette conception permet à M. le général Lafouge de donner satisfaction aux désiderata des durées géologiques. La terre était condensée bien avant que la nébuleuse qui a donné naissance au soleil se fût renfermée dans l'intérieur de l'espace limité par l'orbite terrestre. Pour lui, les diverses époques géologiques, azoïque, primaire et secondaire ont dû se succéder dans un temps où la terre circulait encore dans l'intérieur de la nébuleuse, et les grandes transformations ont coïncidé avec le passage de la terre à travers le restant des anneaux des différentes planètes se rapprochant successivement du soleil. Le soleil n'a enfin dû se former que durant la période primaire et ne briller de tout son éclat que depuis la période quaternaire. Il faudrait être plus versé que je ne le suis en géologie pour pouvoir apprécier le bien fondé de ces conceptions certainement très ingénieuses, mais peut-être un peu fantaisistes.

L'auteur doit, dans la deuxième partie de son ouvrage s'occuper surtout des Comètes ; il est donc inutile de discuter d'avance les sujets qui y seront traités et qui ne sont qu'indiqués

au Chapitre XXII. J'exprimerai seulement un désir, c'est que l'auteur, dans ce deuxième volume, cite plus souvent les sources auxquelles il a emprunté, afin qu'il soit plus aisé de faire le départ entre ce qui est vraiment original dans son œuvre et ce qui n'est que l'extension ou la modification d'idées déjà émises.

Enfin je terminerai, comme j'ai commencé, par une citation, en rappelant que l'illustre Laplace présentait sa théorie cosmogonique « avec la défiance que doit inspirer tout ce qui n'est point un résultat de l'observation ou du calcul.

R. G.

CHIMIE

Revue des travaux faits en Suisse.

St.-v. Kostanecki et A. Ludwig. Sur la 2 bromflavone (*Berichte*, XXXI, p. 2591, Berne).

Les auteurs ont précédemment préparé, par décomposition de la 2- brom- phénacylidèneflavène au moyen de l'alcoolate de sodium la 5- brom- 2 oxyacétophénone qui avec la benzaldéhyde leur a fourni la 5- brom- 2 oxybenzalacétophénone. Ils ont préparé depuis cette dernière en assez grande quantité, pour voir si on pourrait la transformer d'une manière analogue aux autres benzalacétophénones orthohydroxylées dans le résidu cétonique, en un dérivé de la flavone, la 2- bromflavone :

O

C.C^6H^5

Br CH

CO

Dans ce but on l'a transformée d'abord en dérivé acétylé F. = 115 — 116°, lequel a fourni par l'action du brome en solution dans le sulfure de carbone, le dibromure

$$Br(5)C^6H^3 \begin{cases} (2).\ OCOCH^3 \\ (1).\ CO.CHBrCHBrC^6H^5 \end{cases} \quad F. = 121 - 122$$

La solution alcoolique de ce dibromure additionnée de la quantité calculée de lessive de potasse donne la 2- bromflavone. Cette substance cristallise dans l'alcool en aiguilles blanches, F. -189- 190°, elle est faiblement colorée en jaune par H^2SO^4. La position du brome a été déterminée en examinant les produits de la décomposition au moyen de l'alcoolate de sodium; on y a trouvé de la 5- brom -2 oxyacétophénone déjà connue et de l'acide benzoïque. F. R.

EUG. BAMBERGER. CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DES NITROSOHYDROXYLAMINES (*Berichte*, XXXI, p. 574, Zurich).

L'auteur a étudié l'action d'un certain nombre d'agents sur la nitrosophénylhydroxylamine, il a préparé le sel de phénylhydrazine et celui d'hydroxylamine. La nitrosophénylhydroxylamine se décompose spontanément soit à sec soit en solution benzénique ou éthérée. L'oxydation par le permanganate fournit presque quantitativement du nitrobenzène. Il a préparé l'éther méthylique de l'isonitrosophénylhydroxylamine, qui réduit dans diverses conditions, donne de l'acétate de diazobenzène ou de la phénylhydrazine, sans méthylphénylhydrazine dissymétrique, ou du méthoxydiazobenzène. Par saponification on obtient de l'isonitrosophénylhydroxylamine et du sel isodiazoïque.

La nitroso-p. bromophénylhydroxylamine a été aussi préparée ainsi que quelques-uns de ses sels et éthers.

H. PAULY et C. HARRIES. CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DES PIPÉRIDINES γ HALOGÉNÉES (*Berichte*, XXXI, p. 666, Bâle).

Ont été étudiées : les pipéridines γ bromées et iodées qui se préparent facilement en faisant agir HBr ou HJ sur la triacétone alcoylamine ou sur la vinyldiacétone-alcoylamine, ainsi que différents éthers et sels.

COMPTE RENDU DES SÉANCES

DE LA

SOCIÉTÉ DES SCIENCES NATURELLES DE NEUCHATEL

Séance du 18 mars 1898.

F. Tripet. Iconographie manuscrite du Jura neuchâtelois. — H. Moulin. La série crétacique à Valangin.

M. F. Tripet fait voir un album de plantes du Jura neuchâtelois, qui lui a été prêté par Madame Léon Du Pasquier. Cet album compte 192 espèces en général exactement déterminées; il a pour auteur M. Louis Du Pasquier-Vorbruck, de Colombier, mort il y a quelques années. L'auteur était dessinateur à la fabrique de toiles peintes de Cortaillod, ce qui explique l'exactitude du dessin et des couleurs.

M. H. Moulin, pasteur, présente un travail fait avec la collaboration de M. E. Baumberger sur *la série crétacique à Valangin*. Ce travail se compose de :

1° Une partie historique, relatant les diverses phases par lesquelles a passé l'étude du terrain crétacé à Valangin depuis qu'en 1835 Auguste de Montmollin en a dénoncé la présence dans cette localité.

2° Une partie tectonique, dans laquelle les auteurs étudient successivement l'allure de l'anticlinal jurassique de Chaumont et des dépôts crétaciques qui lui font une ceinture de base ; puis un accident intéressant, les couches du Hauterivien redressées et brisées au point de plus grande flexion ; enfin diverses particularités, entre autres la colline du château isolée par les cours réunis du Seyon et autrefois de la Sorge.

3° Une partie stratigraphique constatant les faits suivants :

a). A Valangin la série crétacique est entièrement visible, du Purbeckien, sur lequel elle s'appuie, jusqu'au sommet du Hauterivien; seules quelques couches disparaissent sous un revêtement détritique ou glaciaire.

b). Le Valangien se subdivise en deux parties et trois zones.

1° *Valangien inférieur* composé des deux zones suivantes : zone oolithique et zone des marbres bâtards.

2° *Valangien supérieur* composé de la zone des calcaires roux, et limoniteux.

Dans le Valangien un horizon est particulièrement digne d'attention à Valangin; il s'agit d'un dépôt de rognons limoniteux avec marne, situé aux confins de l'étage, en contact direct avec la « marne à Hol. Astieri ». C'est très probablement l'horizon appelé par Campiche « marne à bryozoaires. » Il se fait remarquer par la richesse de sa faune et par la belle conservation des fossiles. Céphalopodes 2 esp., Gastropodes 35 esp., Brachiopodes 20 esp., Acéphales 22 esp., Echinides 9 esp., Bryozoaires 7 genres, Spongiaires 14 genres, Polypiers 2, recueillis sur un très petit espace.

c). Le Hauterivien se subdivise en deux parties et trois zones.

1° *Hauterivien inférieur* comprenant les zones marneuse et marno-calcaire.

2° *Hauterivien supérieur* comprenant la zone calcaire.

IV. Une comparaison des dépôts du Hauterivien dans les environs de Neuchâtel.

V. Divers tableaux, entre autres un tableau synoptique de la stratification du crétacique de la région; une coupe stratigraphique du crétacique inférieur à Valangin.

Quelques conclusions terminent ce travail.

Séance du 25 mars.

M. de Tribolet. Projet de traversée des Alpes en ballon. — Ed. Cornaz. Quelques faits de la pathologie de Neuchâtel dès la fin du XVIe siècle.

M. M. DE TRIBOLET communique à la Société des détails

sur le projet formé par M. Spelterini, et appuyé par de nombreuses notabilités scientifiques de la Suisse, d'effectuer la traversée des Alpes en ballon dans un but scientifique.

M. le Dr Ed. CORNAZ fait part de quelques faits curieux concernant les maladies qui régnaient à Neuchâtel à la fin du XVIe et au XVIIe siècle.

Séance du 22 avril.

F. de Rougemont. Une mouche nouvelle. — Diptères et lépidoptères inédits de la faune neuchâteloise.

M. le pasteur F. DE ROUGEMONT raconte comment il a découvert une mouche, restée inconnue jusqu'à ce jour, dont la larve vit à l'intérieur des feuilles de la joubarbe (*Sempervivum tectorum*). Cette espèce nouvelle du genre *Chilosia* a été trouvée et étudiée à Dombresson (Val-de-Ruz) par M. de Rougemont, qui lui a donné le nom de *Chilosia dombressonensis*. En voici la description scientifique :

Chilosia Dombressonensis n. sp. ♂. — Espèce à yeux nus et à pattes panachées. D'après la table analytique de la « Révision du genre Chilosia » (*Meigen*, 1894, p. 267), les caractères indiqués conduisent à la *Chilosia Hercyniæ* (Lwhm). Mais notre espèce se distingue de cette dernière par la petitesse du troisième article de l'antenne qui n'est pas tronqué en avant et dont la couleur est aussi plus foncée, par la face plus proéminente, par le manque de poils noirs à l'abdomen et par la coloration plus claire des jambes.

Mâle. Le thorax, l'abdomen et l'hypopygium proéminent d'un vert bronzé brillant et couvert uniformément de poils régulièrement espacés d'un gris jaunâtre allant jusqu'au gris pâle. Des poils noirs sur la partie dorsale du thorax, mais en petit nombre seulement, de façon à échapper à l'œil d'un observateur superficiel. Au bord du prothorax se trouvent quatre à six soies noires plus longues et quelques soies du même genre sur la callosité existant entre la racine de l'aile et l'écusson. L'abdomen, contrairement à celui de la Chilosia

Hercyniæ, se distingue par le manque total de poils noirs. Le ventre, comme la face supérieure de l'abdomen, est brillant; il n'est pas saupoudré de blanc; le second anneau est couvert de longs poils. La partie inférieure de la face s'avance en descendant assez obliquement; elle est d'un noir brillant, glabre; cependant, sur chaque côté des joues, elle présente une bande saupoudrée de blanc. Les joues n'ont que la largeur habituelle et sont couvertes de poils courts et de couleur claire. Les yeux sont nus. Le front est peu proéminent et est en grande partie couvert de poils d'un gris pâle; ce n'est que tout à fait au sommet qu'apparaissent quelques poils noirs. Le tubercule ocellaire est parsemé de poils noirs; le bord postérieur des yeux, au contraire, a des poils clairs. Les antennes se distinguent par leur petitesse; elles sont rougeâtres jusqu'à la racine du premier article; le troisième article est arrondi, pas plus long que large; il porte une soie noire couverte d'une pubescence excessivement courte. Les cuisses sont d'un noir brillant et leur extrémité d'un rouge jaunâtre. Les jambes et les tarses postérieurs d'un rouge jaunâtre; les premières portent une large bande brune, de sorte que le premier tiers de la jambe reste jaune. Les tarses postérieurs sont bruns, de même que le dernier article des tarses antérieurs. A l'exception de quelques poils noirs, courts et raides sur le dessous des cuisses postérieures, la pilosité des pattes est d'un jaune pâle. Les cuillerons sont blancs et ciliés de blanc. Les ailes sont transparentes.

La mouche femelle dépose ses œufs isolément sur (ou dans[1]) les feuilles charnues de la joubarbe des toits, vers la fin de mai probablement. Une fois éclose — dans la première quinzaine de juin sans doute, — la petite larve pénètre dans la substance de la feuille et l'évide peu à peu. Si la feuille est très grande, elle suffira à nourrir et à cacher la larve pendant les deux ou trois mois de son exis-

[1] L'anatomie, ou l'analogie avec les autres Chilosia, nous dira si cet animal possède un oviducte ou une tarière capable de percer l'épiderme d'une feuille de Sempervivum.

tence, sinon le ver, une fois sa provision de vivres épuisée, sortira de sa feuille et pénétrera dans la feuille la plus rapprochée. Après avoir ainsi évidé deux, tout au plus trois feuilles, le ver, parvenu maintenant à toute sa taille, quitte définitivement sa plante nourricière, pendant le courant du mois d'août ou au commencement de septembre, et descend dans la terre pour s'y transformer en nymphe. Dans ce but, il ne voyage pas au loin et ne descend pas non plus bien profond dans le sol ; il ne se tisse ni ne se fabrique non plus aucun cocon de soie ni de terre, mais il pénètre tout simplement dans le sol sous l'épaisse touffe des rosettes de joubarbe qui le recouvrent, et là, tout nu pour ainsi dire, il se transforme en une petite nymphe ovoïde, pour en sortir sous forme de mouche au printemps suivant. Le cycle entier du développement de ce diptère sous ses différentes formes serait donc d'une année complète.

Il sera intéressant maintenant de rechercher quels sont les pays où se rencontre cet insecte, qui évidemment n'est pas localisé à Dombresson, ni même dans notre Jura. Après cela, il s'agira de voir si les diverses espèces de joubarbes des Alpes et des pays méridionaux ne nourriraient pas d'autres Chilosia encore inédites.

M. DE ROUGEMONT attire aussi l'attention de la Société sur le nombre considérable et sur les mœurs infiniment variées des *diptères dont les larves vivent comme parasites dans les chenilles*. Il raconte à ce propos les mœurs et le développement de l'*Anthrax flavus*, dont la larve vit en parasite dans le corps de certaines chenilles d'Agrotides vivant dans la terre (*Agrotis segetum, agr. Cinerea*, etc.), et dont la nymphe au moment d'éclore perce le test de la chrysalide, comme, d'après Fabre, la nymphe de l'anthrax noir du Midi perce la coque de pierre dans laquelle elle se trouve enfermée.

M. DE ROUGEMONT cite ensuite plusieurs *lepidoptères nouveaux* pour la faune neuchâteloise, dont il a découert les chenilles sur la colline rocheuse de la Cassarde, au-dessus

de Neuchâtel. Ce sont : *Arctia aulica, Agrotis Cos, Agrotis Latens, Agrotis decora, Episema Glaucina.* var. *Hispana, Hadena Furva, Caradina superstes, Mesogona Acetosellæ* et *Cleophana Platyptera.*

Séance du 6 mai.

H. Schardt. Un nouveau gisement de calcaire cénomanien. — L. Rollier. A travers l'Ardenne. — Une poche d'Albien dans les gorges de la Reuse. — Les miroirs de failles avec stries de friction dans le Jura.

M. le prof. H. Schardt annonce à la Société qu'il a découvert un gisement de *calcaire cénomanien* qui paraît être nouveau. Il se trouve à côté de l'exploitation de marne hauterivienne à Cressier et n'offre que quelques mètres de surface. Il joint à la nouveauté l'intérêt d'être dans une situation des plus étranges. Contrairement au gisement bien connu du Château Jeanjaquet, près Cressier, où le Cénomanien repose, avec une épaisseur considérable, sur le Hauterivien supérieur, le nouveau gisement ne représente qu'un ou deux petits lambeaux intercalés dans la marne d'Hauterive ou superposés à celle-ci. Une lame de deux mètres d'épaisseur accompagnée d'une lame de calcaire limoniteux du Valangien supérieur est bien nettement intercalée dans la marne hauterivienne qui en forme le toit et le mur ; mais au contact il y a des surfaces de glissement manifestes. Il paraît évident que ce terrain a *glissé* d'une situation plus élevée dans une excavation érodée dans la marne d'Hauterive en entraînant une lame de calcaire valangien. La situation est donc analogue à celle des poches hauteriviennes dans le Valangien des environs de Douanne et de Bienne. Sauf que c'est du calcaire qui a glissé dans la marne, le fait n'exclut cependant en aucune manière la sédimentation transgressive du Cénomanien aussi dans cette région.

M. L. Rollier fait les trois communications suivantes :

1. *A travers l'Ardenne.* — M. Rollier présente à la So-

ciété les profils coloriés des deux rives des vallées de l'Aisne et de l'Ourthe avec reconstitution des plis hercyniens écrasés pendant les périodes géologiques post-carbonifères. On peut se convaincre par construction géométrique que les plis du Condros ont présenté des montagnes de plus de 3000 mètres d'élévation. Il fait voir en outre que dans les massifs siluriques de l'Ardenne proprement dite les plis sont effacés par des chevauchements et que le relief de ces régions a été ébauché avant le dépôt du Dévonique qui constitue la région des plis réguliers. Cela s'explique par une lacune avec discordance constatée par M. Dewalque entre les deux systèmes silurique (ardennais) et dévonique (rhénan). L'étude du pied de l'Ardenne démontre en outre une discordance complète entre le Permien ou le nouveau grès rouge et les terrains paléozoïques, ce qui oblige à rattacher le Permien au Trias et non au Carbonifère,

2. *Une poche d'Albien dans les gorges de la Reuse.* — Un éboulement survenu dans la tranchée de la ligne Neuchâtel-Pontarlier a mis à découvert, tout près de la maison du garde de la Combe-aux-Epines, une poche régulièrement stratifiée des sables et marnes d'Albien avec fossiles phosphatés en place, reposant sur la roche taraudée de l'Urgonien moyen. Le manque de l'asphalte et des marnes aptiennes montre la transgression de l'Albien vers l'Est, et la régression de l'Aptien. C'est le gisement d'Albien le plus oriental connu jusqu'à ce jour au pied du Jura.

3. Dans une troisième communication, M. Rollier signale l'importance orogénique des *miroirs de failles avec stries de friction* dont l'étude systématique est à faire dans le Jura. Ce phénomène lui paraît être indépendant des poches ou inclusions de marnes néocomiennes dans des roches plus anciennes.

Séance du 20 mai.

S. de Perrot. Observations hydrologiques dans le canton en 1897. — L. Favre. Travaux de M. Alexandre Agassiz sur les îles et les bancs de coraux de l'archipel des Fidji.

M. S. DE PERROT, ingénieur, expose *les principaux résultats hydrologiques obtenus en 1897* et refait l'historique de l'établissement des diverses stations météorologiques dans le canton : Neuchâtel et Chaumont observent depuis janvier 1864, et la Brévine depuis 1896, le baromètre, le thermomètre, l'humidité et la pluie, trois fois par jour.

Boudry, Dombresson et les Ponts observent la pluie depuis 1886 ; enfin 10 nouvelles stations pluviométriques ont été établies en 1897. Ce sont : le Bugnenet, Couvet, Fontaines, les Hauts-Geneveys, le Locle, Montmollin, la Nouvelle-Censière, St-Sulpice, Tête-de-Rang et Valangin.

Enfin, une nouvelle station climatérique vient d'être inaugurée à Fontaines. Nos meilleurs remerciements à tous les fidèles observateurs desservant ces stations.

Pour répondre aux vœux exprimés au Grand Conseil par M. le Dr Pettavel, il serait nécessaire d'établir un réseau de stations thermométriques et actinométriques dans les endroits proposés comme asiles, afin de faciliter le choix définitif des établissements pour malades. Le coût des instruments pour ces stations varierait entre 60 fr. et 100 fr. Il est aussi à remarquer qu'il n'existe dans aucune des stations du canton d'appareils pour mesurer la durée de l'insolation et que ces appareils, dont le prix est de 70 fr. environ, sont des plus utiles par les renseignements qu'ils fournissent pour les stations de malades.

La station où il est tombé le plus d'eau en 1897 est celle des Hauts-Geneveys avec 1518mm de pluie ; celle où il en est tombé le moins, soit Montmollin, n'a reçu que 922mm. Il est tombé 253mm de pluie à Dombresson en août et 3/10mm en novembre à la Nouvelle-Censière, comme maximum et

minimum mensuels. Enfin, la plus forte chute d'eau en un jour, 64^{mm}, a eu lieu aux Hauts-Geneveys le 1er février.

Des explications sont aussi données au sujet des observations hydrologiques publiées dans les bulletins de la Société; ce sont : les variations de niveau des trois lacs, les courbes de débit de la Serrières, du Seyon, de l'Areuse au Champ-du-Moulin et des sources de la Ville.

La question de placer le limnimètre enregistreur de la colonne météorologique à un autre endroit mieux approprié aux services qu'on est en droit d'attendre d'un pareil instrument est aussi soulevée ; les données enregistrées ne correspondent pas avec celles des limnimètres du service des Travaux publics de la Confédération et ne peuvent servir de base à des recherches futures. Il est probable que l'eau du lac ne peut arriver au flotteur que par infiltration et que plus les variations du lac sont subites, plus l'enregistreur est en retard sur ces mouvements. Il se peut aussi que l'appareil ait besoin d'être nettoyé.

Enfin, M. de Perrot attire l'attention de la Société sur l'intérêt que présenterait la publication de données botaniques et cynégétiques concernant le canton. Il ne devrait pas être difficile de trouver des observateurs de bonne volonté dans le Vignoble, le Val-de-Ruz, le Val-de-Travers et la Montagne, notant les dates des transformations successives d'un certain nombre de plantes et arbres choisis, comme cela a été fait pour la vigne jusqu'à maintenant. Ces données montreraient pendant toute l'année l'avance ou le retard de la saison, comparée à telle autre année ou série d'années que l'on jugerait bon d'adopter, beaucoup plus correctement que ne le font les sommes de température que l'on additionne depuis une certaine date et qui nécessairement ne peuvent tenir compte de l'intensité de la radiation solaire, de l'humidité ou des vents dominants, phénomènes qui exercent une très grande influence sur la végétation. Du temps de M. le professeur Kopp, MM. les instituteurs faisaient de semblables observations tout en instruisant leurs élèves, et les données ainsi recueillies étaient régulièrement

publiées dans les bulletins. Espérons que cet exemple trouvera bientôt des imitateurs.

M. le professeur L. Favre présente le compte rendu d'une notice sur les îles et bancs de coraux de l'archipel des Fidji par le prof. Alexandre Agassiz, de Cambridge-Boston, traduite par M. Auguste Mayor.

Séance du 3 juin.

Ed. Cornaz. Le Dr Nicolas. — A. Bellenot. Sur les dangers du croisement des fils téléphoniques avec ceux des trams électriques. — F. Tripet. Fleurs d'Anemone sulphurea sans carpelles.

M. le Dr Ed. Cornaz lit une notice sur la vie et les travaux de notre regretté collègue le Dr Nicolas.

M. A. Bellenot, ingénieur, expose les dangers du croisement des fils téléphoniques avec ceux des trams électriques et propose quelques moyens d'y remédier.

M. F. Tripet présente plusieurs exemplaires d'*Anemone sulphurea L.* que M. le professeur Perrochet a rapportés il y a quelques jours de Montana, au-dessus de Sierre. Tous ces exemplaires présentent des fleurs chez lesquelles il n'y a pas trace de carpelles : ces organes ont complètement avorté. Il paraît que cette curieuse anomalie pouvait être constatée sur un assez grand nombre d'individus.

COMPTE RENDU DES SÉANCES

DE LA

SOCIÉTÉ VAUDOISE DES SCIENCES NATURELLES

Séance du 19 octobre 1898.

E. Bugnion. Sur l'ossification des amphibiens urodèles. — E. Wilczek. Voyage dans la République Argentine et les Andes.

M. E. Bugnion, professeur, présente l'état de ses recherches sur l'*ossification chez les amphibiens urodèles* et complète son exposé par une série de projections. (Voir compte rendu de la Société helvétique à Berne.)

M. E. Wilczek nous entretient de son *voyage dans la République Argentine et les Andes* et projette un grand nombre de vues photographiques qui illustrent sa conférence.

Séance du 2 novembre.

Ch. Dufour. Les nouveaux projets de mesure du temps et de la circonférence. — P. Jaccard. Etude géobotanique de la flore des hauts bassins du Trient. — J. Amann. Cryptogames nouveaux. — Le même. Un microscope de poche et un nouveau colorimètre. — Mercanton. La débâcle du glacier de Crête-Sèche.

M. Ch. Dufour, professeur à Morges, parle des différentes *innovations proposées pour modifier la division du temps et de la circonférence*, en général pour les faire rentrer autant que possible dans le système décimal et rendre les calculs plus faciles.

M. Dufour ne croit pas possible, pour les affaires civiles, d'adopter le système décimal complet et de diviser le jour en 100 cés (abréviation de centijour) comme le propose M. de Rey-Paillade de Toulouse. On est tellement habitué au jour de 24 heures qu'il semble difficile de remplacer cette heure par le centième du jour.

Dans le Bulletin de la Société astronomique de France, M. Dufour a proposé de conserver, pour les affaires civiles, le jour divisé en 24 heures puis si l'on veut de diviser l'heure en 100 minutes et la minute en 100 secondes. Mais pour les affaires scientifiques, spécialement pour les calculs relatifs à l'Astronomie et à la Navigation diviser les jours en 100 heures et la circonférence en 100 degrés, divisions auxquelles on donnerait, du reste, le nom que l'on voudrait. Des calculs effectués dans ce système avec les étudiants de l'Université de Lausanne, ont été beaucoup plus simples que les calculs effectués avec les anciennes divisions.

En outre, M. Dufour émet le vœu que bientôt en Suisse, on ne divise plus le jour en matin et soir; mais que l'on compte les heures de 0 à 24, d'un minuit à un autre minuit, comme cela se fait en Italie et en Belgique. Ainsi, 3 heures après-midi seraient appelées 15 heures, 6 heures après-midi seraient appelées 18 heures et ainsi de suite.

M. P. Jaccard présente une *étude géobotanique de la flore des hauts bassins de la Sallanche et du Trient.* (Voir compte-rendu de la Société helvétique).

M. Jules Amann présente deux *Cryptogames nouveaux* et intéressants pour la flore vaudoise. Ce sont le *Boletus cavipes Opat*, fidèle compagnon du mélèze, observé en Suisse dans les Grisons, et en Valais, et qui paraît vouloir s'acclimater aux environs de Lausanne dans les jeunes plantations de son arbre favori. Puis une mousse : l'*Hydrogonium lingulatum* Warnst, type méditerranéen déjà indiqué sur les rives des lacs de Constance, de Zug et des Quatre-Cantons, et que MM. Amann et Colomb ont finit par découvrir sur le littoral du Léman en une variété nouvelle et particulière (*var. ser-*

ratum Amann) sur des blocs de poudingue émergés entre Cully et Rivaz.

M. Amann présente ensuite deux instruments nouveaux : un *microsocpe de poche*, de volume très réduit, destiné surtout à la récolte et à l'examen, sur le terrain, des cryptogames et des animaux microscopiques. Ce petit microscope, qui donne des grossissements variables allant de 5 à 50 fois, a été construit sur les plans de M. Amann, par la maison Koristka, à Milan.

Puis un nouveau *Colorimètre*, construit sur le plan de celui de Gallenkamp, mais notablement perfectionné en ce sens que le système optique reste fixe tandis que le récipient et le prisme creux qui reçoivent les solutions à étudier sont mobiles au moyen d'une crémaillère et qu'un index donne sur une échelle divisée le rapport des épaisseurs des deux couches liquides examinées.

M. P. Mercanton exposé les causes de la débâcle du glacier de Crête-Sèche le 17 juillet dernier.

Séance du 16 novembre.

P. Jaccard. Contribution à l'étude de l'évolution. — Pelet. Une nouvelle cape de cheminée. — F.-A. Forel. Circulation des eaux dans le glacier du Rhône. — J. Amann. Champignons de la Haute Engadine. — Delessert. Observation de bolides.

M. J. Jaccard expose la première partie de son étude sur l'*évolution animale et végétale*. Ce travail ne se prête pas à un résumé succinct.

M Pelet présente un nouveau système de *cape de cheminée* et montre par un petit appareil le principe de physique sur lequel il repose.

M. F.-A. Forel décrit les expériences faites par la Commission des glaciers de la Société helvétique des sciences

naturelles pour déterminer par le moyen de la fluorescéine *la circulation des eaux dans le glacier du Rhône.*

Première expérience. — Le 22 août 1898, à 8 h. 30, MM. F.-A. Forel et L. Held, ont versé deux kg. de fluorescéine dans un ruisseau qui se perdait dans le glacier, près de la rive droite, au lieu dit *le golfe des Moraines,* en amont de la grande cascade de glaces. La couleur a apparu dans le torrent du glacier à 9 h. 40 et l'eau est restée colorée jusqu'à 10 h. 40. Le trajet intra-glaciaire avait une longueur horizontale de 1 km. 10 et une hauteur de chute de 500 m., ce qui représente un chemin en ligne droite de 1118 m., avec une pente de 50 pour 100. La vitesse de circulation de l'eau a été de 16 m. à la minute, pour la première apparition de la couleur (vitesse maximale); de 13 m. pour la vitesse moyenne.

Deuxième expérience. — Le 30 août 1898, à 8 h. du matin, M. L. Held a versé 1,5 kg. de fluorescéine dans un ruisseau se perdant dans un *moulin*, sur le milieu du *profil rouge* du glacier, à 2 km. en amont de la cascade des glaces. La couleur verte est apparue dans le torrent du glacier à 12 h. 05, et l'eau est restée colorée jusqu'à 12 h. 52. Le trajet intra-glaciaire avait une longueur horizontale de 3040 m. et une hauteur de chute de 754 m., ce qui représente un chemin en ligne droite de 3132 m., avec une pente de 24 pour 100. La vitesse moyenne de cheminement de l'eau a été de 12 m. à la minute, la vitesse maximale de 13 m.

Cette vitesse de transmission de l'eau est relativement assez grande, et l'on peut admettre que la circulation se fait sans arrêt important, sans que l'eau stationne dans des bassins ou réservoirs intra-glaciaires. En tout cas il n'y a rien là qui puisse faire supposer l'existence d'un lac sous-glaciaire.

Ce lac sous-glaciaire que certaines hypothèses admettaient au pied de la grande cascade de glaces du glacier du Rhône est déjà réfuté par toutes nos constatations topographiques dans l'état de décrue extrême que ce glacier nous montre actuellement ; il est définitivement réfuté par les expériences de fluorescéine que nous venons de résumer.

M. Jules Amann présente à la Société une superbe collection de planches peintes à l'aquarelle, représentant plus de 200 espèces de *champignons supérieurs de la Haute Engadine et de l'Oberland grison,* récoltés par M. Candrian, instituteur et garde-forestier à Samaden, l'auteur de ces planches. Les déterminations ont été revues avec soin par MM. P. Magnus, à Berlin, et Fayot, à Paris, de sorte que cette collection constitue un document précieux pour la flore mycologique de la Suisse, et surtout pour celle de nos Alpes, fort peu étudiée jusqu'ici.

Comme on pouvait s'y attendre, la collection de M. Candrian comprend plusieurs espèces du plus haut intérêt qui, sans doute, n'avaient pas été indiquées en Suisse avant lui. Les matériaux qu'elle fournit ont du reste été utilisés par M. Magnus dans sa publication : *Erstes Verzeichniss der ihm aus dem Kanton Graubünden bekannt gewordenen Pilze, von P. Magnus.* (XXXIV Jahresbericht der naturforschenden Gesellschaft Graubündens, Chur 1890.)

Il est à désirer que M. Candrian continue cette collection d'images si fidèles et si exactes qu'elles permettent, dans la plupart des cas, la détermination et la revision des espèces.

M. Delessert-de Mollins fait part de ses observations relatives à plusieurs *bolides* qu'il a eu l'occasion d'apercevoir depuis la dernière séance de cet été.

Le premier en date remonte au 16 juillet, à trois heures et demie du matin. Au cours d'une excursion qu'il faisait ce jour-là, en compagnie de quelques personnes parties du Grand Hôtel des Bains de Gimel, dans le but d'aller voir le lever du soleil depuis les hauteurs du Jura, et quelques instants avant d'arriver au Pré d'Aubonne, M. Delessert vit tout à coup un superbe météore, d'une durée de quelques secondes, et se dirigeant du Nord au Sud. Paraissant traverser le Léman, à une hauteur relativement peu élevée, il s'éteignit au-dessus du plateau savoisien, dans la direction de Thonon.

Trois autres bolides furent notés, évoluant aussi du Nord

au Sud, dans les soirées du 13 et du 14 août, lors de l'apparition des Perséides, qui ne donna lieu à aucune observation importante, du moins de sa part.

De cet essaim d'étoiles filantes, M. Delessert n'en aperçut que quelques-unes tout à fait insignifiantes.

Enfin, un cinquième bolide fut observé à 2 h. 55 du matin, le 15 novembre dernier, pendant l'observation des Léonides.

Ce météore, d'un blanc brillant avec teinte bleuâtre, comme pour les précédentes, ne dura que deux secondes environ et traversa la constellation d'Orion, de l'Ouest à l'Est.

Séance du 7 décembre.

Jaccard et Rittener. Sur la Gentiana Excisa var Alpina. — Galli. Les distomes des poumons de la grenouille. — Ch. Dufour. Le spectre de Brocken. — Forel. Sur l'existence du lac souterrain de l'Orbe. — Delessert. Pluie d'étoiles filantes.

M. Paul JACCARD présente en son nom et au nom de M. Th. RITTENER, son collaborateur, divers exemplaires du *Gentiana excisa b. alpina Vill.*

(Voir les comptes rendus de la réunion de la Société helvétique des sciences naturelles à Berne, août 1898.)

M. Bruno GALLI-VALERIO expose les observations qu'il a faites sur des pseudo-tubercules des poumons de la Rata esculenta, qui ne sont autre chose que des exemplaires de *Distomum cylindroceum. Leder*, englobés dans les poumons. Il a cru utile de communiquer cette observation à cause du fait que d'autres observateurs ont confondu des lésions analogues avec des tumeurs et ont considéré les œufs des distomes comme des conidies.

L'observateur expose ensuite l'état actuel des études sur l'Uncinariose, la nouvelle voie de pénétration de *U. duodenatis* dans l'organisme de l'homme, découverte par Loos, l'erreur commise par von Rothangi qui avait cru trouver les œufs d'*U. doodenalis* dans les fèces du cheval, l'action toxi-

que exercée par ce parasite, action toxique qui est confirmée aussi par un cas d'oxiémie que l'observateur a étudiée chez le chat sous l'action de *U. hygonocephala.*

M. Ch. Dufour. — On sait généralement en quoi consiste le phénomène appelé le *Spectre du Brocken*, parce qu'il a été observé pour la première fois sur cette montagne. Quand le soleil se lève et qu'il y a des brouillards à l'Ouest, on voit fort bien sur ce brouillard l'ombre de l'observateur, ce qui produit un effet assez remarquable.

Mais il n'est pas besoin d'aller sur le Brocken pour jouir de ce spectacle. On doit le voir sur toutes les cimes, quand on se trouve dans des circonstances météorologiques convenables.

Une de celles d'où on le voit fort bien sont les Rochers de Naye si l'on y est le matin, quand le soleil se lève derrière les montagnes de l'Oberland, et qu'il y a des brouillards à l'Ouest du côté de Caux et de Montreux.

En 1896, nous avons très bien pu le voir avec les membres de la Commission fédérale de météorologie. Nous avions passé la nuit à l'Hôtel, et le matin, avant la séance, nous allâmes sur la cime, espérant que nos collègues pourraient jouir de la vue admirable que l'on a alors sur cette sommité.

Mais notre espérance fut déçue. Si le ciel était clair du côté de l'Est, du côté de l'Ouest, au contraire, un brouillard intense nous empêchait de voir le lac et la plus grande partie du canton de Vaud.

Mais au lieu de cette belle vue, nous eumes le spectacle beaucoup plus rare du Spectre du Brocken, que la plupart d'entre nous voyait pour la première fois. C'était réellement quelque chose d'étrange que l'ombre sur ce brouillard de toute une société. Je doute que l'on en jouisse davantage sur le Brocken, cité comme la cime classique pour cette observation.

Mais pour voir ces images, il faut être au sommet des Rochers de Naye de grand matin, à peu près au lever du soleil; il est clair que plus tard dans la matinée, l'apparition est plus rare et moins remarquable.

M. F.-A. Forel étudie l'écoulement des eaux des lacs de Joux dans l'Orbe à Vallorbes. Il se base sur les faits suivants résultant en partie des expériences faites en 1893 par M. le prof. H. Golliez et lui-même. (*Archives* XXXI, 311 à 315 Genève, 1894).

1° Le 28 décembre 1893 à 12 heures, les vannes de l'entonnoir de Bonport au lac Brenet, jusqu'alors entièrement fermées, furent ouvertes et versèrent dans l'entonnoir une quantité d'eau que des expériences précédentes de M. l'ingénieur Ch. Guiguer-de-Prangins font évaluer à environ 0,8 m³ par seconde. Cette masse d'eau s'écoulant par les fissures de la montagne, arriva dans le cours de l'Orbe souterraine et y détermina une crue.

2° M. Forel avait établi sur le cours de l'Orbe, vis-à-vis des usines de la Dernier, à 500 m. aval de la source, un limnographe enregistreur qui inscrivit cette crue. Celle-ci commença à 1 h. 30, atteignit rapidement une valeur de 5 cm. à 3 h. 20, et continua lentement pour atteindre une valeur de 6 cm. à 7 h. du soir.

3° La lenteur du développement de la crue qui n'a atteint son point culminant qu'au bout de 110 minutes (ou 330 m. si on la poursuit jusqu'à 7 h.), s'explique par l'hypothèse d'un lac souterrain venant aboutir à la source de l'Orbe. L'eau partie à midi des entonnoirs de Bonport aura circulé dans des canaux à l'état d'eau courante jusqu'à 1 h. 30, moment où elle a atteint la tête du lac souterrain. Alors a commencé la crue du lac qui s'est traduite par le plus grand débit de la source de l'Orbe. Ce débit exagéré n'a d'abord pas égalé l'apport supplémentaire des eaux venant de Bonport et le niveau du lac souterrain s'est élevé jusquà ce que le débit de la source ait été augmenté d'une valeur de 0,8 m³ par seconde, et alors la crue a cessé de s'élever.

4° L'exploration du scaphandrier Pfund, le 20 octobre 1893, a montré que la source de l'Orbe est le déversoir d'un canal d'eau qui remonte des profondeurs de la montagne. Cet homme est descendu jusqu'à 11 m. au-dessus de la nappe de déversement de la source, et il a constaté que le canal continuait à descendre. La source de l'Orbe est donc sur la

branche ascendante d'un siphon renversé dont l'autre branche aboutit à un lac souterrain de superficie assez considérable pour que la crue du 28 décembre ait employé au moins 110 minutes pour atteindre sa valeur totale, malgré l'importance du débit supplémentaire de 0,8 m³ par seconde versé par l'entonnoir de Bonport.

5° Tandis que la crue de notre lac souterrain commençait déjà à se manifester au bout de 90 minutes, l'eau employait une durée beaucoup plus grande pour arriver à la source de l'Orbe. C'est ce que nous apprend l'expérience. Le même 28 décembre à 12 h. 10, en même temps qu'on avait ouvert les vannes de Bonport, nous avions versé dans l'entonnoir une quantité de 3,2 kg. de fluorescéine en solution sodique. Les premiers indices de coloration de l'eau ont été reconnus par nous à la source de l'Orbe le 29 décembre à 10 h. du matin, soit 22 heures après l'opération de Bonport. Ainsi, tandis que l'eau de Bonport arrivait à la tête de notre lac souterrain en 90 minutes, elle n'arrivait à la Source qu'au bout de 22 heures. La différence entre ces deux chiffres, soit 1230 minutes, est le temps qu'avait employé l'eau colorée pour traverser la longueur du lac souterrain.

6° Nous n'avons pas mesuré le débit de la source de l'Orbe le 28-29 décembre 1893. Il était probablement entre 2 et 3 m³ par seconde. Suivant que nous prenions l'un ou l'autre chiffre et que nous le multiplions par 1230 minutes, nous arrivons à un volume du lac souterrain de 145 à 220 mille mètres cubes.

7° Une autre preuve de l'existence d'un lac souterrain est donnée par l'apparition sur le tracé de notre appareil enregistreur, d'oscillations rythmiques que nous devons considérer comme des seiches, analogues à celles des lacs ouverts. Il y en a eu le 27 décembre de 2 à 7 heures du soir, environ 6 oscillations, et le 28 décembre de 8 h. du matin à 2 h. du soir, environ 7 oscillations. Elles sont trop irrégulières pour que j'essaie d'en préciser la durée qui est supérieure à 30 minutes et inférieure à 60 minutes.

8° Le lac souterrain qui se termine à la source de l'Orbe n'est probablement pas le seul bassin d'eau interposé sur le

cours de l'Orbe souterraine. Dans une seconde expérience, le 6 janvier 1894, nous avions fait verser à 11 heures du matin 4,2 kg. de fluorescéine dans l'entonnoir de Rocheray, vers la tête du lac de Joux. La couleur n'a apparu à la source de l'Orbe que le 18 janvier à 4 heures du soir. La durée de ce voyage souterrain de 11 kilomètres qui a employé 293 heures, ne s'explique que si l'on admet en amont de notre lac de la source de l'Orbe une série d'autres bassins étagés sur le cours de l'Orbe souterraine qui s'y attarde et y laisse reposer ses eaux.

De ces faits je conclus que l'Orbe souterraine, la rivière qui recueille le drainage de la Vallée de Joux, présente une série de lacs étroits, dont le dernier, de longueur probablement grande et de grand volume, aboutit à la source de l'Orbe par la branche ascendante d'un siphon renversé.

M. Delessert-de Mollins communique ses observations *sur les étoiles filantes* (*Léonides*, du 15 novembre), dont le point radiant est situé dans la constellation du Lion (ζ) et qui se rattachent à la comète de Tempel (1866).

Annoncée pour la nuit du 13 au 14 novembre, la chute de ces météores a éprouvé quelque retard ; car, dans la matinée du 14, pendant une éclaircie du côté d'Orient, entre 2 et 3 heures, l'observation n'a donné lieu à aucun résultat. En revanche, le matin du 15, de minuit à 3 h. 15. M Delessert a pu en compter une vingtaine, dont il présente une reproduction graphique ; deux de ces étoiles filantes ont laissé une traînée étincelante, aussitôt disparue.

Le retour du maximum (tous les 33 ans) ayant lieu en 1899, on s'attendait à une pluie remarquable pour cette année, de même que pour les Perséides (en août dernier) ; il ne paraît pas que ces prévisions se soient réalisées. Notre collègue conclut donc que cet essaim des Léonides a été fort peu fourni, du moins à ce qu'il a pu constater durant cette nuit du 14 au 15 novembre.

Séance du 20 décembre.

Jaccard. Contribution à l'étude de l'évolution, 2me partie. — Piguet. Sur la répartition des oligochètes dans le Léman. — Galli. Sur la teigne faveuse. — Corboz. La flore d'Aclens. — Forel. Pseudo-mirages. — Th. Bieler. Blocs erratiques

M. Jaccard expose la 2me partie de sa contribution à l'étude *de l'évolution.*

M. Piguet présente un travail sur la *répartition des oligochètes* dans le Léman.

M. Galli présente deux souris noirs portant de grandes *lésions de teigne faveuse* en indiquant les dangers de transmission à l'homme.

M. Corboz présente ses recherches sur la *Flore d'Aclens.* Dans un premier travail publié dans le Bulletin de notre Société (vol. XXII, n° 95, 1887), j'avais eu en vue uniquement les Phanérogames et cette première partie en renferme 843 espèces. Mais dans un premier supplément (vol. XXIX, n° 111, 1893), 27 nouvelles espèces viennent s'ajouter aux précédentes et j'aborde en outre la division des Cryptogames, dans laquelle je mentionne déjà 512 espèces de mousses et de champignons. Dans un 2me supplément (vol. XXXI, n° 118, 1895), les Phanérogames ne sont représentées que par une seule espèce, tandis que les Cryptogames en comptent encore 241 réparties dans les divers ordres de cette division. Enfin, le 3me supplément que j'ai l'honneur de présenter aujourd'hui, renferme les espèces que j'ai découvertes pendant les trois dernières années, savoir 17 Phanérogames et 50 Cryptogames.

En résumé l'on voit par les chiffres qui précèdent que les deux grandes divisions du règne végétal se partagent à peu près également la totalité des espèces de plantes qui croissent dans notre localité, soit 888 Phanérogames et 803 Cryptogames, mais il ne faut pas oublier que dans cette dernière

division l'on trouverait sûrement encore une quantité d'espèces en fouillant plus complètement toutes ses parties, tandis que des Phanérogames nouvelles sont très difficiles à découvrir.

M. F.-A. Forel fait circuler deux photographies de *pseudo-mirages*. Sur l'une, barque du Léman devant Montreux, comme sur l'autre, col de la Maloja, l'on voit dans le ciel une répétition parallèle d'une partie du paysage. Ces pseudo-mirages s'expliquent facilement par l'un des divers accidents qui peuvent arriver au moment de la pose photographique.

M. Théodore Bieler signale 2 blocs erratiques qui mériteraient d'être soustraits à la destruction qui menace ces témoins de l'ancienne extension des glaciers.

L'un de ces blocs, mesurant plusieurs mètres cubes, se trouve à la *gravière de Dizy*, près Cossonay. Il est marqué sur la carte topographique Siegfried, mais l'altération de la surface a dû longtemps laisser méconnaître la nature de la roche. Des tentatives récentes d'exploitation, heureusement discontinuées, ont produit des cassures fraîches révélant un magnifique *poudingue miocène* à cailloux plus gros que la tête d'un homme et dont l'origine doit être probablement cherchée au sommet du Mont-Pèlerin.

L'autre bloc, de dimensions plus restreintes, (environ un mètre cube) se trouve au lieu dit *Affouages*, au-dessus de Gilly (la Côte) au bord du chemin montant à Vuillebrandaz. Le rélargissement du dit chemin a écorné ce bloc et permis d'y reconnaître une superbe roche composée de feldspaths (surtout des plagioclases à stries hémitropes très nettes) et de tourmaline. Cette association de minéraux se rencontre, paraît-il, dans les moraines du Bodengletscher, partie inferieure du glacier du Gorner (massif du Mont-Rose). Peut-être en trouverait-on des gisements encore dans d'autres régions du Haut-Valais. M. Amann, pharmacien à Lausanne, croit en avoir observé au pied du col du Trift.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

PENDANT LE MOIS DE

JANVIER 1899

Le 1er, pluie à 10 h. du matin et depuis 9 h. du soir; fort vent de 1 h. à 4 h. et à 9 h. du soir.

2, pluie et très fort vent tout le matin et jusqu'à 7 h. du soir; forte giboulée de grésil à 7 h. 35 m. du soir; neige à 10 h. du soir.

3, neige à 7 h. et à 10 h. du matin; pluie à 1 h., 7 h. et à 10 h. du soir.

5, brouillard depuis 7 h. du soir.

6, brouillard pendant tout le jour.

7, brouillard à 7 h. et à 10 h. du matin; léger brouillard enveloppant à 10 h. du soir.

8, forte rosée le matin; brouillard pendant tout le jour.

9, brouillard pendant tout le jour.

10, brouillard pendant tout le jour; légère pluie à 7 h. du soir.

11, pluie le matin jusqu'à 10 h.; brouillard enveloppant à 10 h. du matin; pluie depuis 10 h. du soir; nouvelle neige sur les montagnes environnantes.

12, pluie dans la nuit et de 2 h. 30 m. à 4 h. du soir et depuis 9 h. du soir; fort vent à 4 h. et à 10 h. du soir; forte bise à 7 h. du soir.

13, pluie la nuit, à 10 h. du matin, 1 h. du soir et depuis 7 h. du soir; fort vent le matin, à 1 h. du soir et depuis 9 h. du soir.

14, pluie depuis le matin jusqu'à 9 h. du soir; fort vent le matin, à 1 h., 4 h. et à 10 h. du soir.

15, pluie la nuit, à 4 h. et à 7 h. du soir.

16, fort vent à 10 h. du soir.

17, pluie depuis le matin jusqu'à 4 h. du soir; fort vent à 7 h. du matin et à 1 h. du soir; arc-en-ciel à 11 h. 10 m. du matin et de 3 à 4 h. du soir.

18, couronne lunaire à 9 h. du soir.

19, forte gelée blanche le matin et léger brouillard bas; rosée le soir.

20, forte rosée le matin; fort vent à 10 h. du matin; hâlo lunaire à 6 h. 40 m. et couronne lunaire à 9 h. du soir.

21, gelée blanche le matin; fort vent à 1 h. et à 10 h. du soir.

22, fort vent à 4 h. et à 7 h. du soir.

23, pluie depuis 1 h. du soir.

24, pluie dans la nuit et à 10 h. du matin; la neige descend jusqu'au pied des montagnes environnantes.

25, quelques flocons de neige à 7 h. 30 m.; forte bise de 10 h. du matin à 9 h. du soir.

26, forte bise à 1 h. du soir.

27, brouillard depuis 7 h. du soir.

28, brouillard le matin jusqu'à 10 h. et depuis 7 h. du soir.

29, brouillard le matin jusqu'à 1 h. du soir et de 7 h. à 9 h. du soir; neige depuis 9 h. 30 m. du soir.

30, neige dans la nuit; hauteur de la neige : 1cm,5.

31, neige de midi 50 m. à 11 h. du soir; hauteur de la neige : 27cm,0.

Hauteur totale de la neige pendant le mois : 28cm,5, en 2 jours.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique observées au barographe.

MAXIMUM.	mm	MINIMUM.	mm
Le 2 à minuit	718,51	Le 2 à 2 h. soir	708,65
5 à 10 h. matin	735,65	5 à minuit	734,20
10 à minuit	723,71	11 à 3 h. matin	719,96
12 à 8 h. matin	731,60	15 à minuit	729,38
14 à minuit	729,07	16 à 8 h. soir	724,14
17 à 11 h. soir	733,41	18 à 3 h. soir	731,00
22 à 2 h. matin	728,01	19 à 2 h. soir	728,91
24 à 11 h. soir	731,62	20 à 1 h. matin	730,30
26 à minuit	730,20	22 à 3 h. soir	724,80
31 à minuit	718,76	25 à 11 h. soir	730,20
		31 à 11 h. soir	712,82

Résultats des observations pluviométriques faites dans le canton de Genève.

Observ. MM	CÉLIGNY Ch. Pesson	SATIGNY P. Pelletier	ATHENAZ J.-J. Decor	COMPESIÈRES Pellegrin	OBSERVAT	COLOGNY R. Gautier	JUSSY M. Micheli
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Total...	169.1	203.0	178.8	106.5	104.7	99.4	90.5

Durée totale de l'insolation à Jussy : 42^h 10^m

GENÈVE. — JANVIER 1899

Jours du mois.	Baromètre. Hauteur moy. des 24 h.	Baromètre. Écart avec la hauteur normale	Baromètre. Minim. observé au barogr.	Baromètre. Maxim. observé au barogr.	Température C. Moyenne des 24 heures	Température C. Écart avec la temp. normale	Température C. Minim.	Température C. Maxim.	Fract. de saturation en milliém. Moy. des 24 h.	Fract. de saturation. Écart avec la fraction norm.	Fract. de saturation. Minim.	Fract. de saturation. Maxim.	Pluie ou neige. Eau tomb. d. les 24 h.	Pluie ou neige. Nombre d'h.	Vent dominant.	Chemin parcouru par le vent. Kil. par heure.	Nébulosité moyenne	Insolation. Dur. en heures.	Temp. du Rhône. Midi.	Temp. du Rhône. Écart avec la temp. normale	Limnimètre à 11 h.
	millim.	millim.	millim.	millim.	°	°	°	°					mm					h.	+ °	°	cm
1	719.51	− 8.31	717.55	721.90	+ 3.80	+ 4.01	+ 1.1	+ 7.9	789	− 76	600	890	4.4	8	SSW. 2	14.6	0.92	1.0	...	.....	121.0
2	714.46	−13.38	708.65	718.51	+ 5.59	+ 5.83	0.0	+10.2	857	− 8	750	960	21.3	16	SSW. 3	28.4	1.00	0.0	7.2	+ 1.7	122.2
3	719.21	− 8.65	714.08	727.18	+ 1.91	+ 2.17	+ 0.1	+ 4.8	871	+ 6	770	980	3.8	8	WSW. 1	9.6	1.00	0.0	7.0	+ 1.6	126.4
4	732.23	+ 4.36	728.11	734.20	+ 3.59	+ 3.87	+ 2.0	+ 6.3	796	− 69	710	850	0.1	..	calme	3.1	1.00	0.5	6.4	+ 1.0	127.0
5	734.95	+ 7.06	734.20	735.65	+ 4.40	+ 4.69	+ 2.9	+10.2	895	+ 30	780	1000	...	..	N. 1	3.8	0.62	5.7	6.4	+ 1.1	125.1
6	734.71	+ 6.81	733.61	735.57	+ 3.66	+ 3.97	+ 2.6	+ 4.6	889	+ 24	810	970	...	..	var.	2.9	1.00	0.0	7.0	+ 1.7	124.5
7	731.25	+ 3.34	729.09	733.28	+ 2.85	+ 3.17	0.0	+ 7.4	899	+ 34	800	970	...	..	var.	1.1	0.63	1.7	6.8	+ 1.6	125.5
8	727.98	+ 0.07	727.07	729.14	+ 1.67	+ 1.99	0.0	+ 2.9	966	+101	920	1000	...	..	var.	2.9	1.00	0.0	...	.....	126.0
9	725.29	− 2.63	723.73	726.92	+ 0.39	+ 0.71	− 0.5	+ 1.1	978	+114	920	1000	...	..	SE. 1	2.9	1.00	0.0	6.8	+ 1.6	124.5
10	722.12	− 5.80	720.73	723.71	+ 0.08	+ 0.40	− 1.6	+ 2.1	980	+116	930	1000	0.3	1	calme	2.3	1.00	0.0	6.7	+ 1.6	124.0
11	723.91	− 4.01	719.96	726.60	+ 3.28	+ 3.60	+ 1.4	+ 8.0	880	+ 16	690	1000	8.2	7	var.	6.3	0.67	1.8	6.6	+ 1.5	122.7
12	728.95	+ 1.03	725.20	731.60	+ 4.66	+ 4.97	+ 1.7	+ 7.0	810	− 53	700	910	8.9	7	var.	16.7	1.00	0.0	6.4	+ 1.3	120.0
13	729.12	+ 1.20	725.40	730.88	+ 7.89	+ 8.19	+ 4.9	+11.1	731	−132	490	980	11.1	12	SSW. 2	16.1	1.00	0.0	6.5	+ 1.5	122.5
14	727.83	− 0.08	726.54	729.07	+10.69	+10.98	+ 9.8	+11.4	814	− 48	700	860	17.1	19	SSW. 2	25.1	1.00	0.0	6.9	+ 1.9	125.0
15	731.63	+ 3.73	729.38	732.75	+ 9.62	+ 9.89	+ 7.2	+11.9	808	− 54	550	930	5.0	6	SW. 1	5.2	0.98	0.0	...	.....	140.0
16	728.09	+ 0.20	724.14	732.02	+ 7.44	+ 7.69	+ 3.8	+11.6	785	− 76	450	990	...	..	SSW. 2	6.7	0.95	0.0	6.7	+ 1.7	141.5
17	729.35	+ 1.47	725.07	733.41	+ 5.95	+ 6.18	+ 3.5	+11.2	765	− 96	710	870	1.7	2	SSW. 2	17.8	0.73	1.9	6.6	+ 1.7	143.1
18	732.03	+ 4.16	731.00	733.36	+ 5.63	+ 5.83	+ 2.6	+13.3	766	− 94	610	890	...	..	N. 1	2.3	0.73	3.1	6.4	+ 1.5	145.5
19	729.90	+ 2.05	728.91	731.20	+ 5.06	+ 5.24	− 0.1	+13.3	826	− 33	650	950	...	..	SSW. 1	3.8	0.00	7.2	6.2	+ 1.3	143.5
20	731.05	+ 3.22	730.30	731.89	+ 8.15	+ 8.29	+ 5.5	+12.4	719	−139	610	850	...	..	SSW. 2	11.1	0.45	4.4	6.2	+ 1.3	143.0
21	729.17	+ 1.36	727.43	730.57	+ 8.29	+ 8.40	+ 2.8	+14.4	617	−241	480	740	...	..	WSW. 1	11.9	0.00	8.0	6.3	+ 1.4	142.3
22	726.43	− 1.36	724.80	728.01	+ 9.09	+ 9.16	+ 5.1	+14.5	599	−258	520	710	...	..	SSW. 2	15.7	0.73	2.8	...	.....	140.0
23	727.62	− 0.15	726.40	729.85	+ 6.09	+ 6.12	+ 2.8	+ 8.9	775	− 81	650	960	6.0	9	var.	7.3	1.00	0.0	6.3	+ 1.5	138.5
24	730.57	+ 2.83	729.77	731.62	+ 3.21	+ 3.20	+ 0.3	+ 5.5	788	− 67	580	980	4.0	1	N. 1	6.7	0.75	0.1	6.4	+ 1.6	137.0
25	730.74	+ 3.03	730.20	731.54	+ 0.59	+ 0.53	− 0.9	+ 2.1	809	− 45	740	920	...	..	NNE. 2	18.4	0.87	2.6	5.6	+ 0.8	137.2
26	729.56	+ 1.88	729.00	730.20	− 0.21	− 0.31	− 1.6	+ 0.9	852	− 1	790	900	...	..	NNE. 2	14.6	0.98	0.0	5.2	+ 0.4	136.0
27	730.60	+ 2.95	729.55	731.81	+ 0.04	− 0.11	− 2.1	+ 1.9	829	− 22	750	910	...	..	NNE. 1	6.5	1.00	0.0	5.3	+ 0.5	130.9
28	728.09	+ 0.48	727.40	729.44	− 0.15	− 0.36	− 1.3	+ 1.2	876	+ 26	810	910	...	..	var.	6.5	1.00	0.0	5.1	+ 0.3	133.0
29	724.61	− 2.96	720.80	728.35	− 0.31	− 0.57	− 1.5	+ 1.6	889	+ 40	820	910	2.0	3	calme	3.8	1.00	0.0	...	.....	130.0
30	720.91	− 6.62	719.19	722.05	+ 1.69	+ 1.37	+ 0.1	+ 4.6	891	+ 43	740	990	2.2	3	var.	3.9	0.87	1.5	5.4	+ 0.6	133.5
31	715.40	−12.09	712.82	718.76	− 0.20	− 0.18	− 1.5	+ 1.7	926	+ 80	840	1000	11.6	9	calme	2.3	1.00	0.0	5.5	+ 0.7	131.7
Mois	727.33	− 0.04			+ 4.03	+ 4.11			828	− 29						8.72	0.83		6.30	+ 1.19	131.71

MOYENNES DU MOIS DE JANVIER 1899

Baromètre.

	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	726,25	726,43	726,09	726,43	725,73	725,85	726,14	726,47
2e »	728,37	728,82	729,45	729,91	729,30	729,24	729,20	729,19
3e »	727,63	727,40	726,92	727,36	726,32	725,88	726,02	726,08
Mois	727,42	727,54	727,47	727,88	727,09	726,95	727,08	727,21

Température.

	°	°	°	°	°	°	°	°
1re déc.	+ 2,07	+ 1,98	+ 1,83	+ 2,66	+ 4,24	+ 3,93	+ 3,33	+ 2,31
2e »	+ 6,34	+ 5,70	+ 5,19	+ 6,52	+ 8,02	+ 8,01	+ 7,24	+ 7,68
3e »	+ 2,25	+ 1,99	+ 1,45	+ 2,47	+ 4,10	+ 3,70	+ 2,75	+ 2,03
Mois	+ 3,51	+ 3,18	+ 2,78	+ 3,84	+ 5,41	+ 5,16	+ 4,39	+ 3,94

Fraction de saturation en millièmes.

1re décade	911	913	924	916	852	839	864	917
2e »	818	792	846	795	742	763	794	773
3e »	825	828	847	797	744	752	801	844
Mois	850	844	872	835	778	784	819	845

	Therm. min.	Therm. max.	Temp. du Rhône.	Nébulosité moyenne.	Insolation. Durée en heures.	Chemin parcouru p. le vent.	Eau de pluie ou de neige.	Limnimètre
	°	°	°		h.	kil. p. h.	mm	cm
1re déc.	+ 0,66	+ 5,75	+ 6,79	0,92	8,9	6,16	29,9	124,62
2e »	+ 4,03	+ 11,12	+ 6,50	0,75	18,4	11,11	52,0	134,68
3e »	+ 0,20	+ 5,21	+ 5,68	0,84	15,0	8,87	22,8	135,46
Mois	+ 1,58	+ 7,29	+ 6,30	0,83	42,3	8,72	104,7	131,71

Dans ce mois l'air a été calme 38,2 fois sur 100.

Le rapport des vents du NNE. à ceux du SSW. a été celui de 0,47 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est S. 31°,2 W. et son intensité est égale à 28,8 sur 100.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU GRAND SAINT-BERNARD

pendant

LE MOIS DE JANVIER 1899.

Le 1er, neige de 10 h. du matin à 1 h. du soir et depuis 10 h. du soir ; hauteur de la neige : 50cm,0.

2, neige pendant tout le jour ; hauteur de la neige : 30cm,0 ; très fort vent depuis 7 h. du soir.

3, très forte bise pendant tout le jour ; neige à 7 h. du matin ; hauteur de la neige : 9cm,0 ; brouillard depuis 10 h. du matin.

4, forte bise pendant tout le jour ; brouillard de 1 h. à 7 h. du soir ; neige à 10 h. du soir.

5, brouillard jusqu'à 10 h. du matin.

9, brouillard à 7 h. du matin.

10, neige à 10 h. du matin et à 1 h. du soir ; brouillard à 4 h. du soir.

11, brouillard à 7 h. du matin et à 4 h. du soir ; neige de 10 h. du matin à 1 h. du soir. ; hauteur de la neige : 13cm,0.

12, neige depuis 4 h. du soir ; hauteur de la neige . 12cm,0.

13, très forte bise jusqu'à 1 h. du soir et depuis 7 h. du soir ; brouillard à 7 h. du matin et à 7 h. du soir ; neige de 10 h. du matin à 4 h. du soir et depuis 10 h. du soir ; hauteur de la neige : 28cm,0.

14, brouillard à 7 h. du matin et neige depuis 10 h. du matin ; hauteur de la neige : 30cm,0 ; très forte bise depuis 1 h. du soir.

15, forte bise à 7 h. du matin ; brouillard à 7 h. du matin et depuis 7 h. du soir ; neige à 4 h. du soir ; hauteur de la neige : 25cm,0

16, forte bise à 10 h. du soir.

17, très forte bise pendant tout le jour ; brouillard à 7 h. du matin et depuis 7 h. du soir ; neige de 10 h. du matin à 4 h. du soir ; hauteur de la neige : 6cm,0.

23, brouillard jusqu'à 4 h. du soir ; fort vent de 10 h. du matin à 4 h. du soir.

24, neige à 10 h. du matin et depuis 7 h. du soir ; hauteur de la neige : 8cm,0 ; brouillard de 1 h. à 4 h, du soir ; forte bise depuis 4 h. du soir.

25, brouillard jusqu'à 4 h. du soir et depuis 10 h. du soir.

26, brouillard à 7 h. du matin ; neige depuis 10 h. du matin ; hauteur de la neige : 21cm,0 ; fort vent à 10 h. du soir.

27, fort vent jusqu'à 10 h. du matin et depuis 4 h. du soir ; neige jusqu'à 10 h. du matin et de 4 h. à 7 h. du soir ; hauteur de la neige : 9cm,0.

28, brouillard jusqu'à 10 h. du matin et depuis 7 h. du soir.

30, brouillard jusqu'à 10 h. du matin.

31, neige à 1 h. du soir et depuis 7 h. du soir ; hauteur de la neige 20cm,0 ; brouillard à 4 h. du soir

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique observées au barographe

MAXIMUM	mm	MINIMUM.	mm
Le 2 à minuit	556.16	Le 2 à 10 h. soir	545,89
6 à 10 h. matin	569,63	6 à 10 h. soir	568.86
11 à 11 h. soir	561,00	11 à 7 h. matin	557 80
15 à 7 h. soir	567,68	16 à 10 h. soir	562 66
17 à 11 h. soir	565,90	17 à 1 h. soir	559,55
19 à minuit	568,10	19 à 11 h. soir	567,20
25 à 1 h. matin	561.50	26 à 4 h. matin	559,00
27 à 10 h. matin	564.41	27 à minuit	562.80
31 à minuit	555.25	31 à 10 h. soir	549.07

SAINT-BERNARD. — JANVIER 1899

Jours du mois.	Baromètre. Hauteur moy. des 24 heures.	Baromètre. Écart avec la hauteur normale.	Baromètre. Minimum observé au barographe	Baromètre. Maximum observé au barographe	Température C. Moyenne des 24 heures.	Température C. Écart avec la température normale.	Température C. Minimum absolu.	Température C. Maximum absolu.	Pluie ou neige. Hauteur de la neige.	Pluie ou neige. Eau tombée dans les 24 h.	Pluie ou neige. Nombre d'heures.	Vent dominant.		Nébulosité moyenne.
	millim.	millim.	millim.	millim.	°	°	°	°	cm	mm				
1	556.34	— 5,02	555.95	556.90	— 9.49	— 0.88	—11,8	— 6.3	30,0	35,6	....	NE.	1	0.88
2	551.10	—10.23	545.89	556.16	— 7.40	+ 1.24	—14.0	— 4.4	30,0	20.0	....	NE.	1	1.00
3	549.93	—11.38	545.90	557,00	—13.15	— 4.48	—14,8	— 5.3	9,0	4,0	....	NE.	3	1.00
4	563.70	+ 2,41	557.90	566.90	— 6,95	+ 1.75	—12.8	— 3.3	.....	.....	....	NE.	2	0,82
5	568,49	+ 7,22	566.90	569.50	— 5,62	+ 3.11	— 8.8	— 4.1	.....	.....	....	NE.	1	0,33
6	569.23	+ 7,98	568.86	569,63	— 4,22	+ 4.55	— 8.3	— 2,3	.....	.....	....	NE.	1	0.00
7	567.00	+ 5.77	565.50	568.80	— 3,35	+ 5.45	— 5.3	— 0.3	.....	.....	....	SW.	1	0.20
8	563.92	+ 2,71	563,35	565.30	— 7,87	+ 0.96	— 9.5	— 3.8	.....	.....	....	SW.	1	0,22
9	562.55	+ 1,37	562.30	563.00	— 8,47	+ 0.38	—10.2	— 6.3	.....	.....	....	SW.	1	0,62
10	560.63	— 0,52	559.20	562.30	— 7.04	+ 1.83	— 8,8	— 6.3	.....	.....	....	SW.	1	0.83
11	559.14	— 1.98	557.80	561,00	— 8.05	+ 0,84	—10,8	— 4.3	13,0	14,0	....	NE.	1	0,77
12	563.53	+ 2.43	561.90	564.54	— 6,20	+ 2.71	—12.0	— 3.2	12,0	12,0	....	NE.	1	0,63
13	563.12	+ 2.05	561,01	564,64	— 5,15	+ 3.78	—13,5	— 1.8	28,0	27,0	....	NE.	3	1.00
14	562.94	+ 1,90	562.49	564.00	— 3.10	+ 5.85	— 3.9	+ 0.9	30,0	28,0	....	NE.	2	1.00
15	566.20	+ 5.19	562,50	567,68	— 4.12	+ 4.85	— 6.3	+ 3.7	25,0	26,0	....	NE.	1	0.77
16	565.36	+ 4,38	562,66	567,40	— 0.74	+ 8.25	— 2.8	+ 4.2	.....	.....	....	NE.	1	0.25
17	561.70	+ 0.75	559.55	565,90	— 9.55	— 0.54	—11.8	— 2,9	6,0	5,0	....	NE.	3	1,00
18	566.56	+ 5.64	565.77	567,60	— 3.97	+ 5.05	—11.8	— 0.9	.....	.....	....	NE.	1	0.32
19	567.66	+ 6.77	567.20	568.10	— 2,35	+ 6.68	— 5.0	+ 1.7	.....	.....	....	SW.	1	0,00
20	567.27	+ 6,41	567.00	567.59	— 2,12	+ 6.92	— 6.3	+ 1,0	....	.....	....	SW.	1	0.05
21	567.58	+ 6.76	566.80	568.60	— 1.80	+ 7,25	— 5.3	+ 1.8	.....	.....	....	SW.	1	0.00
22	565.17	+ 4.38	564.13	566,70	— 4.90	+ 4.16	—10.0	+ 2.5	.....	.....	....	SW.	1	0.15
23	563.22	+ 2.46	563.01	564.00	— 9.99	— 0,92	—13.7	— 6,1	.....	.....	....	SW.	2	0.83
24	562.17	+ 1.44	561.40	562.90	—11.00	— 1.93	—13.6	— 8.3	8,0	3,5	....	NE.	2	0.92
25	560.18	— 0.51	559.60	561.50	—14,95	— 5.87	—16.8	— 9,4	.....	.....	....	NE.	1	0.88
26	560.53	— 0.12	559.00	562,20	—11,22	— 2.14	—16,3	— 9.1	21,0	14,4	....	SW.	1	1.00
27	563.71	+ 3.10	562.80	564.41	—10.02	— 0,94	—11.1	— 9,1	9,0	3,5	....	SW.	2	0,88
28	562.85	+ 2,28	562.11	564.00	— 8.62	+ 0,46	—10.6	— 7.3	.....	.....	....	SW.	1	0.83
29	559,92	— 0.62	557.30	562.10	— 8,60	+ 0.48	—13.6	— 4,5	.....	.....	....	SW.	1	0.15
30	556.70	— 3.81	555.51	557.15	— 9.75	— 0,68	—12.9	— 7.8	.....	.....	....	SW.	1	0.52
31	551,95	— 8.53	549.07	555,25	—11.17	— 2.10	—14.3	— 9.7	20,0	9,3	....	SW.	1	0.82
Mois	562.27	+ 1.78			— 7.13	+ 1.91								0.60

MOYENNES DU GRAND SAINT-BERNARD. — JANVIER 1899.

Baromètre.

	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade...	561,24	561,19	561,28	561,62	560,98	561,15	561,45	561,39
2e » ...	564,11	563,95	563,91	564,24	564,19	564,64	564,91	564,82
3e » ...	562,05	561,77	561,41	561,71	561,20	560,78	560,72	560,51
Mois	562,46	562,29	562,18	562,50	562,10	562,12	562,31	562,18

Température.

	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
	0	0	0	0	0	0
1re décade...	— 7,30	— 6,88	— 6,20	— 6,75	— 7,71	— 7,93
2e » ...	— 4,91	— 4,87	— 2,96	— 3,87	— 4,42	— 4,72
3e » ...	— 9,19	— 8,68	— 7,74	— 8,68	— 9,83	— 10,26
Mois	— 7,20	— 6,87	— 5,70	— 6,50	— 7,40	— 7,72

	Min. observé.	Max. observé.	Nébulosité.	Eau de pluie ou de neige.	Hauteur de la neige tombée.
	0	0		mm	cm
1re décade...	— 10,43	— 4,24	0,59	59,6	89,0
2e » ...	— 8,42	— 0,16	0,58	112,0	114,0
3e » ...	— 12,56	— 6,09	0,63	30,7	58,0
Mois	— 10,54	— 3,06	0,60	202,3	261,0

Dans ce mois, l'air a été calme 0,0 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE à ceux du SW a été celui de 1,28 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 45° E., et son intensité est égale à 16,1 sur 100.







EXPLICATION DE LA PLANCHE

Fig. 1, 2, 3. Un cas de pilosisme exagéré (hypertrichosis) dont est atteint un homme qu'on appelle Rham-a-Sama (phot. Lacroix, Genève).

Ces photographies ne peuvent pas être considérées comme anthropologiques. Il n'a pas été possible, pour diverses causes, d'en obtenir d'autres.

SUR LES DÉRIVÉS CHLORÉS, BROMÉS ET NITRÉS DES PHÉNÉTIDINES

AINSI QUE SUR QUELQUES MATIÈRES COLORANTES AZOÏQUES QUI EN DÉRIVENT

PAR

Frédéric REVERDIN et Franz DÜRING

On sait que l'introduction d'un groupe *nitro* dans une amine diazotable exerce une certaine influence sur la nuance et les autres propriétés des matières colorantes azoïques qui en dérivent; la position du groupe *nitro* relativement à celle du groupe *amido* (ou « *azo* ») doit aussi être prise en considération à ce point de vue. C'est ainsi que la *m-nitraniline* diazotée et copulée avec l'acide salicylique fournit, comme on le sait, une matière colorante plus jaune que la *p-nitraniline* diazotée; le dérivé diazoïque de l'*o-nitro-p-phénétidine* (ou d'après les dénominations employées dans la suite de ce travail : m-nitro-p-amidophénétol $C^6H^3.OC^2H^5.NO^2.NH^2$ 1.3.4.) développe sur la fibre traitée au β naphtol une nuance rouge violet tandis que dans les mêmes conditions la *m-nitro-p-phénétidine* (ou o-nitro-p-amidophénétol $C^6H^3.OC^2H^5.NO^2.NH^2$ 1.2.4.) donne une nuance rouge-orange; ce fait a été signalé

dans une demande de brevet des « Farbwerke Höchst[1] »,

Rappelons encore que d'après le brevet français 271,908 du 4 novembre 1897, pris par la « Fabrique de produits chimiques de Thann et Mulhouse[2] » la *p-nitro-o-anisidine* (ou m (5) -nitro-o (2)-amidoanisol C^6H^3. OCH^3. NH^2. NO^2 1.2.5.) se distingue de l'isomère méta ou p-nitro-o-amidoanisol C^6H^3. OCH^3. NH^2. NO^2 1.2.4. en ce sens que son dérivé diazoïque développe sur la fibre traitée au β naphtol un rouge bleuâtre tandis que celui du dérivé méta donne une nuance jaune-orange.

Ayant eu l'occasion de constater à plusieurs reprises que l'introduction du chlore ou du brome dans une amine diazotable exerce aussi une influence sur la nature des matières colorantes dérivées, nous nous sommes proposé de préparer quelques dérivés chlorés et bromés des phénétidines susceptibles d'être employés pour la fabrication des couleurs azoïques et d'étudier l'influence, sur la nuance et les propriétés des couleurs dérivées, de la position du chlore et du brome relativement au groupe « amido » (ou « azo »).

Nous avons été aussi conduits à préparer les dérivés nitrés de l'o-phénétidine analogues à ceux de l'o-anisidine décrits par la Fabrique de Thann et Mulhouse, afin de comparer aussi les nuances de leurs dérivés azoïques.

I. Dérivés chlorés des phénétidines.

1) *p-chlor-o-amidophénétol*

C^6H^3. OC^2H^5. NH^2. Cl 1.2.4. F = 42°

Nous sommes partis pour préparer ce dérivé de la p-

[1] P A. F.) 10058 du 19-7. 97. — et 10903 du 16-4. 98.

[2] *Chem. Zeit.* 27 (1898) 273-PA.) F. 10233 du 4-10. 97.

phénétidine qui, après avoir été diazotée et traitée par une solution de chlorure de cuivre à 10 %, nous a fourni le *p-chlorphénétol* sous la forme d'une huile que nous avons purifiée par distillation avec la vapeur d'eau [1]. Ce composé a été nitré en l'introduisant à froid dans le double de son poids d'acide nitrique de D = 1,485 (87,7 %); la réaction étant terminée on a lavé à l'eau, puis au carbonate de soude et en faisant cristalliser dans l'alcool on a obtenu des aiguilles faiblement colorées en jaune, fusibles à 61°, constituées par l'*o-nitro-p-chlorphénétol* déjà connu [2]; on a en outre retiré des eaux-mères des aiguilles jaune foncé, fusibles à 80°; ce produit secondaire a été caractérisé comme étant le *4-chlor-2-6-dinitrophénol* déjà connu [3]; il fournit un *sel rouge de potassium*, un *sel d'argent* cristallisé en longues aiguilles rouges et une *combinaison* avec l'aniline fusible à 137°.

Il a donné à l'analyse les résultats suivants :

		Calculé pour $C^6H^2(NO^2)_2OH.Cl$	Trouvé
N	=	12.75 %	12.72 %

La réduction de l'o-nitro-p-chlorphénétol a été opérée à chaud au moyen du chlorure d'étain et de l'acide chlorhydrique; le sel double d'étain difficilement soluble qui en résulte a été traité par l'hydrogène sulfuré et le *p-chlor-o-amidophénétol* obtenu sous la forme de son *chlorhydrate* qui a été purifié par dissolution dans l'eau et précipitation au moyen de l'acide chlorhydrique. Il est facilement

[1] Beilstein et Kurbatöw — *Ann.* 176-31. W. Authenrieth. *Ber.* 28 (1895) R. 612.

[2] Faust et Saame. — *Ann.* Spl. 7. 190.

[3] Smith et Peirce. *Ber.* 13 (1880) 35.

soluble dans l'alcool et dans l'eau; il fournit par addition de perchlorure de fer un précipité vert bleu et par addition de bichromate de potasse un précipité vert jaune. Les alcalis séparent de cette solution la base sous la forme d'une huile qui se solidifie et cristallise au bout de quelque temps; elle fond à 42°, elle est volatile avec la vapeur d'eau et possède une odeur d'anis. Elle est facilement soluble dans l'éther, l'alcool, la ligroïne et le chloroforme, difficilement soluble dans l'eau; après purification par distillation à la vapeur d'eau et cristallisation dans l'alcool étendu, elle se présente sous la forme d'aiguilles blanches.

Son *picrate* cristallise dans l'alcool étendu en aiguilles jaunes, fines et soyeuses, il fond à 182°5 en se décomposant et il est assez soluble dans l'alcool; son *sulfate* est facilement soluble dans l'eau et dans l'alcool. Son *dérivé acétylé* cristallise dans l'alcool étendu en feuillets argentés, fusibles à 110°.

Nous avons encore préparé cette même base en traitant l'acet-o-amidophénétol par le chlorate de soude et l'acide chlorhydrique puis saponifiant; cette chloruration a été effectuée dans les mêmes conditions que celle de l'acet-p-amidophénétol dont il est question plus loin. Enfin il est encore plus avantageux de chlorer l'acet-o-amidophénétol en solution dans l'acide acétique par la méthode d'Hodureck[1] puis de saponifier. Les bases obtenues des deux manières ont été identifiées avec le p-chlor-o-amidophénétol par leurs points de fusion (42°) ainsi que par ceux de leurs picrates et de leurs dérivés acétylés.

[1] Hodureck. *Ber.* 30 (1897). 478.

2) *Dichlor-p-amidophénétol*

$C^6H^2.OC^2H^5.NH^2Cl^2 1.4??F = 64°$

Ce composé a été obtenu en dissolvant 36 gr. de p-phénacétine dans 200cc d'acide acétique cristallisable, puis en y ajoutant une solution aqueuse concentrée de 17 gr. de chlorate de soude, et d'un seul coup en refroidissant 60cc d'acide chlorhydrique concentré. On a ajouté ensuite au bout de quelques minutes et en remuant 300cc d'eau; il s'est déposé une bouillie cristalline qui a été filtrée le lendemain et qui, après trois cristallisations dans l'alcool, a fourni des aiguilles blanches, fusibles à 162°. Cette phénacétine chlorée est presque complètement insoluble dans l'eau, peu soluble à froid et plus facilement à chaud dans l'alcool.

Analyse		Calculé pour $C^6H^2.OC^2H^5.Cl^2.NH.C^2H^3O$	Trouvé
N	=	5.88 °/°	6.25 °/°
Cl	=	28.63	28.88

Il se forme encore dans cette réaction des produits secondaires dont la proportion varie suivant la quantité du chlorurant et la température; on a isolé, par exemple, un composé fusible à 145° et un autre fusible à 132°; le premier ne se forme qu'en petite quantité, le second, comme l'ont montré les recherches subséquentes, est constitué par la mono-o-chlor-p-phénacétine.

La dichlorphénacétine fusible à 162° dont nous venons de parler a été saponifiée en la chauffant pendant 3 heures à feu nu avec dix fois son poids d'acide chlorhydrique concentré. Le chlorhydrate de dichlor-p-phénétidine qui en résulte se dissocie lorsqu'on évapore sa

solution aqueuse et renferme ainsi retiré une certaine quantité de base difficilement soluble dans l'eau. Il n'est lui-même pas très soluble dans l'eau et sa solution est complètement précipitée par l'acide chlorhydrique ; il est facilement soluble dans l'acide acétique cristallisable et l'alcool, insoluble dans le chloroforme et la ligroïne.

La base libre qui se forme déjà par ébullition du chlorhydrate avec l'eau a été purifiée par distillisation avec la vapeur d'eau et cristallisation dans l'alcool étendu. Elle se présente sous la forme de prismes blancs, fusibles à 63°5-64°5, elle est facilement soluble dans l'éther, l'alcool, la ligroïne, l'acétone et le chloroforme, elle est difficilement soluble dans l'eau. Le bichromate et l'acide chlorhydrique donnent avec sa solution un précipité vert foncé passant au bleu indigo puis au rouge violet, le perchlorure de fer un précipité rouge qui se forme à l'aide de la chaleur.

Le *sulfate* est difficilement soluble dans l'eau, plus facilement dans l'alcool, il est en feuillets blancs.

Le *picrate* cristallise de l'alcool en longues aiguilles jaunes, fusibles à 149-150°.

Nous avons obtenu la même dichlorphénacétine fusible à 162° par l'action du chlorure de sulfuryle sur la p-phénacétine en solution dans l'acide acétique cristallisable.

3) *o-chlor-p-amidophénétol.*

$$C^6H^3.OC^2H^5.Cl.NH^2 \quad 1.2.4. \quad F = 66°$$

a) *Au moyen de l'o-phénétidine.*

L'o-phénétidine a été transformée par la méthode de Sandmeyer en o-chlorphénétol qui se présente sous la forme

d'une huile jaune, laquelle a été purifiée par distillation avec la vapeur d'eau puis à feu nu en recueillant la partie qui distille à 208° [1]. Ce chlorphénétol a été nitré en l'introduisant peu à peu et en refroidissant dans le double de son poids d'acide nitrique de D = 1.38; le produit de la réaction prend une couleur brune, il a été coulé dans l'eau puis la masse résineuse brune qui se dépose a été séparée des eaux-mères; après lavage à l'eau et au carbonate de soude elle a été cristallisée dans l'alcool et dans la ligroïne et se présente après purification sous la forme d'aiguilles jaune pâle, fusibles à 82° et constituées par le *p-nitro-o-chlorphénétol* [2].

Ce composé a fourni par réduction au moyen du chlorure stanneux et de l'acide chlorhydrique un sel double difficilement soluble, qui traité par l'hydrogène sulfuré donne le *chlorhydrate de l'o-chlor-p-amidophénétol* en aiguilles blanches.

La phénétidine libre correspondante obtenue par l'action de l'alcali sur ce chlorhydrate a été distillée avec la vapeur d'eau; c'est une huile blanche qui se concrète bientôt et qui après cristallisation dans l'alcool étendu est en aiguilles blanches ressemblant beaucoup à la dichlor-p-phénétidine fusible à 63°.5 — 64°.5 obtenue au moyen de la p-phénacétine mais fusible à une température un peu plus élevée 66°. Elle est cependant beaucoup plus

[1] L. Gattermann. *Ber.* 28 (1895). 2873.

[2] Ce point de fusion n'est pas tout à fait d'accord avec celui qui est indiqué par Hallock 78° (*Amer. Journ.* 3.21 et *Ber.* 14 (1881) 37) pour un produit obtenu en traitant l'éther éthylique du 4-nitrophénol par le chorate de potasse et l'acide chlorhydrique; il est probable que le produit ainsi obtenu n'était pas tout à fait pur.

stable; son chlorhydrate ne se dissocie pas par ébullition ou évaporation de sa solution aqueuse. Avec le bichromate et l'acide chlorhydrique il ne donne pas immédiatement un précipité vert comme le dérivé dichloré, mais un précipité rouge violet.

Le *picrate* fond à 167-170° et cristallise en aiguilles microscopiques qui sont plus facilement solubles dans l'alcool. Le *dérivé acétylé* préparé soit avec la base libre, soit avec le chlorhydrate en présence d'acétate de sodium cristallise dans l'alcool étendu en longues aiguilles blanches, fusibles à 132°.

b) *Au moyen de la p-phénacétine.*

Nous avons aussi préparé cet *o-chlor-p-amidophénétol* par la méthode employée par Hodureck pour la préparation de l'o-brom-p-amidophénétol correspondant, c'est-à-dire par l'action d'une solution de chlore dans la soude caustique sur la p-phénacétine.

On a dissout 50 gr. de p-phénacétine dans 500cc. d'acide acétique cristallisable et 130 cc. d'acide chlorhydrique puis on a ajouté en refroidissant une solution de chlore préparée en saturant 65cc. de lessive de soude à 40 %. La chlorphénacétine se dépose aussitôt en cristaux et elle est totalement précipitée par addition de 500cc. d'eau. Après plusieurs cristallisations dans l'alcool on a obtenu de grosses aiguilles fusibles à 132°, identiques au dérivé acétylé de l'o-chlor-p-amidophénétol ci-dessus décrit. La chlorphénacétine saponifiée par ébullition pendant 3 heures avec 4 fois son poids d'acide chlorhydrique a donné par addition d'alcali et distillation à la vapeur d'eau la base correspondante, identique à l'o-chlor-p-amidophénétol obtenu en partant de l'o-phénétidine. Elle fond à 66°, elle donne avec le perchlorure de fer et le

bichromate les mêmes réactions, son *sulfate* est de même facilement soluble dans l'alcool et son *picrate* fond à 168-170°.

La préparation de l'o-chlor-p-amidophénétol au moyen de l'o-phénétidine indique la position du chlore dans la molécule et sa préparation en partant de la p-phénacétine indique la position occupée par le groupe «amido», en sorte que la constitution donnée pour ce dérivé est tout à fait justifiée.

4) *p-chlor-m-amidophénétol*

$C^6H^3. OC^2H^5. NH^2. Cl$ 1.3.4.

Cette base a été préparée au moyen du m-nitro-p-amidophénétol[1], F = 113°, par la réaction de Sandmeyer puis réduction du dérivé chloronitré obtenu. Le *p-chlor-m-nitrophénétol* cristallisé plusieurs fois dans l'alcool se présente sous la forme de longues aiguilles colorées en jaune, il est soluble dans tous les dissolvants sauf dans l'eau. Il a donné à l'analyse les résultats suivants :

		Calculé pour $C^6H^3. Cl. NO^2. OC^2H^5$	Trouvé
N	=	7 %	7.67 %

Ce dérivé réduit au moyen de l'étain et de l'acide chlorhydrique a donné un chlorhydrate dont la base a été distillée avec la vapeur d'eau et obtenue sous la forme d'une huile qui ne se concrète ni à — 12°, ni par une exposition prolongée sous l'exsiccateur. Son *dérivé acétylé* cristallise dans l'alcool en feuillets incolores, fusibles à 106° et son *picrate* un peu soluble dans l'alcool en fines aiguilles jaunes, fusibles à 141°.

[1] Beilstein's *Handbuch* II. 732.

5) *o*(2)-*chlor-m*(5)-*amidophénétol*

$C^6H^3 . OC^2H^5 . Cl . NH^2 .$ 1.2.5.

Nous sommes partis pour la préparation de cette base du 2-amido-5-nitrophénétol obtenu en nitrant au moyen de l'acide nitrique de 40° Bé l'o-phénacétine; nous avons remplacé le groupe NH^2 par Cl au moyen de la réaction de Sandmeyer. Le *2-chlor-5-nitrophénétol* est fortement souillé par des produits résineux et ce n'est qu'après plusieurs cristallisations dans l'acétone et la ligroïne en présence de noir animal que nous avons pu l'obtenir sous forme d'aiguilles jaunes, fusibles à 64°. Il est un peu volatil avec la vapeur d'eau et se dissout facilement dans l'éther, l'acétone, le benzène et l'alcool, il est moins soluble dans la ligroïne et difficilement dans l'eau. Il nous a donné par réduction le chlorhydrate d'une base facilement oxydable; nous l'avons employé directement pour les essais de teinture sans isoler la base.

Dans la réaction de Sandmeyer il se forme dans ce cas comme produit secondaire un dérivé nitré, beaucoup moins soluble dans l'acétone, que nous avons réduit; la base obtenue très oxydable a été distillée à la vapeur d'eau, diazotée et fixée sur le coton préparé au β naphtol elle donne un violet foncé.

II. Dérivés bromés de l'o et de la p-phénétidine.

I. *o-brom-p-amidophénétol*

$C^6H^3 . OC^2H^5 . Br . NH^2 .$ 1.2.4. $F = 47°$

Cette base déjà connue et décrite par Hodureck (*loc. cit.*) a été préparée selon la méthode de cet auteur en ajoutant

à une solution de p-phénacétine dans l'acide acétique cristallisable en présence d'acide chlorhydrique une solution obtenue en introduisant du brome jusqu'à refus dans de la lessive de soude bouillante; l'o-bromphénacétine ainsi obtenue a été saponifiée par l'acide chlorhydrique; la base fond à 47° et le *picrate* préparé dans le but de comparer les autres dérivés bromés de la phénétidine avec celui-ci, cristallise en petites aiguilles microscopiques, fusibles à 178-179°.

Cette même base a encore été préparée comme on le verra plus loin par réduction de l'o-brom-p-nitrophénétol qui se forme par suite d'une transposition moléculaire dans la nitration du p-bromphénétol.

2) *p-brom-o-amidophénétol*

$C^6H^3. OC^2H^5. NH^2. Br$ 1.2.4. F. = 53°

a) *Préparation au moyen de l'o-phénétidine.*

Acet-o-phénétidine $C^6H^4. OC^2H^5. NHC^2H^3O$

80 gr. d'o-phénétidine ont été chauffés à feu nu pendant trois heures avec 60 gr. d'anhydride acétique, puis le produit de la réaction a été soumis à la distillation fractionnée. Après distillation de l'acide acétique et de l'excès d'anhydride le dérivé acétylé passe au-dessus de 250°; la masse cristalline ainsi obtenue est débarrassée d'une petite quantité de produits huileux en l'étalant sur une assiette de porcelaine crue, elle fournit ensuite par cristallisation dans l'alcool à 60 % ou dans la ligroïne le produit pur en feuillets blancs, fusibles à 79°.

Analyse :	Calculé pour $C^6H^4\ OC^2H^5\ NH\ C^2H^3O$	Trouvé
N =	7.82%	8.14%

p-brom-acet-o-amidophénétol $C^6H^3. OC^2H^5. NHC^2H^3O.Br$ 1.2.4.

On a dissout 50 gr. de l'o-phénacétine ci-dessus dans 500 cc. d'acide acétique cristallisable, puis on y a ajouté 125 cc. d'acide chlorhydrique et en refroidissant une solution obtenue en dissolvant 60 gr. de brome dans 65 cc. de lessive de soude bouillante. Le produit de la réaction ayant été immédiatement additionné de 600 cc. d'eau il s'est déposé une masse cristalline blanche qui a été purifiée par plusieurs cristallisations dans l'alcool. On a ainsi obtenu un *dérivé bromé* fusible à 133°, qui cristallise dans l'alcool à 60 % en feuillets argentés, assez facilement solubles dans l'alcool et l'acide acétique, presque complètement insolubles dans l'eau. Les eaux-mères renferment une certaine quantité de produits secondaires fusibles à une température inférieure.

Analyse :		Calculé pour $C^6H^3\,OC^2H^5\,Br\,NH\,C^2H^3O$	Trouvé
N	=	5.42 %	5.74 %

Le dérivé acétylé ci-dessus a été saponifié en le chauffant pendant trois heures au bain-marie avec quatre fois son poids d'acide chlorhydrique; le chlorhydrate presque insoluble dans l'acide chlorhydrique se dépose en petites aiguilles blanches, facilement solubles dans l'eau ; il se dissocie en partie à la température du bain-marie.

La base libre qui se forme par addition d'alcali à la solution du chlorhydrate distille facilement avec la vapeur d'eau et se présente après une seule cristallisation dans l'alcool sous la forme d'aiguilles blanches, fusibles à 53°.

Elle est plus stable que son isomère, l'o-brom-p-amidophénétol fusible à 47°, contrairement à cette dernière base elle ne réduit pas en solution alcoolique le nitrate d'argent même à la chaleur et elle donne un *sulfate* solu-

ble. Son *picrate* cristallise dans l'alcool en aiguilles jaune pâle, fusibles à 135-137° en se décomposant, il sublime déjà à la température du bain-marie sans décomposition.

La constitution de cette base, comme *p-brom-o-amidophénétol* est déterminée par le fait de sa préparation au moyen de l'o-amidophénétol et par son identification avec la base ci-dessous, fusible à 53°, obtenue en partant du p-brom-phénétol. Elle est peut-être identique à celle décrite par Staedel (Ann. 217-62) qui lui donne le point de fusion de 57°.

b) *Préparation au moyen du p-bromphénétol.*

Le p-bromphénétol a été préparé par la méthode de Sandmeyer en partant de la p-phénétidine, il se présente sous la forme d'une huile distillant à 227°.

Nitration du p-bromphénétol (transposition de l'atome de brome) o-brom-p-nitrophénétol $C^6H^3OC^2H^5.Br\ NO^2$ 1.2.4.

On a introduit peu à peu une partie de bromphénétol dans deux parties d'acide nitrique de D = 1,485 en remuant et en refroidissant à — 10°, car à la température ordinaire ou même à la température de l'eau froide la réaction est trop vive. A — 10° même la réaction est assez énergique et provoque une coloration brune du liquide. Immédiatement après l'introduction du bromphénétol on coule sur de la glace, puis après avoir laissé reposer quelque temps on filtre pour débarrasser la partie solide d'une huile jaune lourde.

La masse solide qui s'est ainsi séparée, représente à peu près la moitié de la quantité de bromphénétol employée; on la lave avec une solution de soude pour enlever le nitrophénol qui a pris en même temps naissance et on la sèche sur une assiette de porcelaine crue. On

fait ensuite cristalliser dans cinq parties d'alcool et on obtient ainsi de fines aiguilles, jaune-soufre, qui après une seconde cristallisation fondent à 98° et sont presque blanches:

Analyse		Calculé pour C^6H^3 OC^2H^5. Br. NO^2	Trouvé
N	=	5.70 %	6.12 %

Les eaux-mères de ce dérivé renferment une assez grande quantité d'un dérivé nitrobromé cristallisant en feuillets jaune-soufre, dont le point de fusion malgré des cristallisations répétées dans la ligroïne n'est pas constant mais oscille autour de 66°. Ce produit comme on le verra plus bas est constitué en majeure partie par le p-brom-o-nitrophénétol.

o-brom-p-amidophénétol

C^6H^3. OC^2H^5. Br. NH^2 1.2.4.

13 gr. de bromnitrophénétol fusible à 98° ont été réduits en les introduisant peu à peu dans une solution chauffée à feu nu de 45 gr. de chlorure stanneux dans 56cc. d'acide chlorhydrique. Le sel double d'étain qui se dépose déjà à chaud a été filtré après refroidissement; en le chauffant avec de la lessive de soude on a obtenu la base libre sous la forme d'une huile brune. Cette base distille difficilement avec la vapeur d'eau, aussi a-t-on préféré l'extraire avec de l'éther. L'éther ayant été évaporé a laissé 7 gr. de cristaux bruns qui après avoir été bouillis avec de la ligroïne et du noir animal ont fourni la base pure, en feuillets blancs, fusibles à 47°. Ce point de fusion étant le même que celui de l'o-brom-p-amidophénétol

préparé d'après la méthode d'Hodureck, les propriétés de ces deux bases ont été soigneusement comparées et il est résulté de cette comparaison une identification complète.

1° La solution alcoolique de la base réduit déjà à froid le nitrate d'argent avec formation d'un miroir métallique.

2° Le *sulfate* est insoluble dans l'acide sulfurique.

3° Le *dérivé acétylé* cristallise dans l'alcool étendu en aiguilles blanches fusibles à 114° (Hodureck indique comme point de fusion 107°: nous avons trouvé pour l'o-brom-p-amidophénétol préparé par la méthode de cet auteur 112-113°).

4° Le *picrate* cristallise dans l'alcool en aiguilles jaune pâle, il est fusible comme celui de la base d'Hodureck à 178-179° en noircissant et en se décomposant.

5° Les *dérivés diazoïques* des deux bases fournissent sur la fibre traitée au β naphtol la même nuance rouge jaunâtre.

La base ci-dessus correspond malgré sa préparation au moyen du p-bromphénétol à l'*o-brom-p-amidophénétol* de la formule: $C^6H^3 . OC^2H^5 . Br . NH^2$ 1.2.4.

Il y a donc eu pendant la nitration une transposition de l'atome de brome de la position para qu'il occupait à la position ortho. Le dérivé nitré, fusible à 98° est par conséquent le même que celui qui a été décrit par Staedel[1]. $C^6H^3 . OC^2H^5 . Br . NO^2$ 1.2.4.

Nous l'avons du reste encore obtenu par nitration de l'o-bromphénétol au moyen de HNO^3 de D = 1.485 et à

[1] Staedel *Ann.* 217. 67.

— 10°, ce qui est une nouvelle preuve de sa constitution[1].

Réduction du dérivé nitré huileux.

Le produit secondaire qui prend naissance dans la nitration du p-bromphénétol et qui sous la forme d'une huile a été séparé des composés fusibles à 98° et vers 66° a été d'abord traité par une solution de soude pour éliminer les phénols qu'il pouvait renfermer.

Les eaux de lavage acidulées par l'acide chlorhydrique ont laissé déposer une substance qui, après cristallisation dans l'alcool étendu, est en petites aiguilles jaunes, un

[1] Nous n'avions pas constaté autrefois (*Arch.* 2. 1896. 557) de migration de l'atome de brome dans le cas de la nitration du p-bromanisol, l'observation de cette migration avec le p-bromphénétol nous a engagé à vérifier de nouveau la chose et à soumettre en particulier les produits secondaires de la nitration du p-bromanisol à un examen minutieux. En nitrant le p-bromanisol à la température ordinaire avec un mélange d'acide nitrique de D = 1.5 et d'acide acétique, nous avons bien obtenu ainsi que précédemment comme produit principal l'*o-nitro-p-bromanisol* fusible à 85°, mais nous avons isolé en outre dans les produits secondaires un phénol, fusible à 117°, qui est selon toute probabilité l'o-brom-dinitro-phénol C^6H^2 OH.Br. NO^2. NO^2 1.2.4.6. décrit par Körner (Jahresbericht 1875, p. 337) ainsi qu'une substance, renfermant du brome et dépourvue d'azote, cristallisée en aiguilles fines, fusible à 59° et constituée très probablement par le *dibromanisol* C^6H^3. OCH^3. Br^2 1.2.4. décrit également par Körner (Ann. 137, p. 205).

En nitrant le p-bromanisol avec l'acide nitrique de D = 1.485 à — 10° nous avons obtenu un mélange de composés nitrés duquel nous avons retiré par cristallisation dans la ligroïne l'*o-nitro-p-bromanisol*, fusible à 85°, sans parvenir à en isoler l'isomère qui aurait dû se former en cas de migration, mais nous avons trouvé encore dans le produit de la réaction le même phénol que ci-dessus C^6H^2. OH. Br. NO^2 NO^2. 1.2.4.6.

En outre en cherchant à réduire une partie huileuse renfermée dans les eaux-mères nous avons obtenu un produit non réductible

peu solubles dans l'eau, fusibles à 114°. Ce composé est peut-être identique au *bromdinitrophénol* de Körner[1] C^6H^2 OH. Br. NO^2. NO^2 1.2.4.6.

Les recherches faites dans le but de retirer du produit huileux débarrassé des phénols, par cristallisation dans l'alcool, l'éther ou la ligroïne, une substance solide, étant restées sans résultat nous l'avons réduit directement au bain-marie au moyen du chlorure stanneux et de l'acide chlorhydrique. La plus grande partie de la substance s'est réduite mais le reste s'est séparé du produit de la réaction sous la forme d'une huile noire qui après cristallisation dans l'alcool et ébullition avec le noir animal a fourni de grosses aiguilles blanches, fusibles à 71°.

Ces aiguilles renferment beaucoup de brome et pas d'azote, elles ne sont solubles ni dans les alcalis, ni dans les acides et sont très probablement constituées par le

constitué par des aiguilles blanches fusibles à 87°, présentant tous les caractères du *tribromanisol* C^6H^2. OCH^3. Br^3 1.2.4.6. décrit par Reinecke (Berichte 1886, 366); une partie de l'huile a été cependant réduite et nous a fourni l'*o-amido-p-bromanisol* fusible à 97° décrit par Staedel (Liebig's Ann. 217 p. 55) ainsi qu'une base renfermant du brome et cristallisant dans la ligroïne en longues aiguilles fusibles à 60° dont le *dérivé acétylé* fond à 127°.

La base obtenue par réduction du p-nitro-o-bromanisol préparée pour la contrôler avec la précédente est différente, elle cristallise en feuillets incolores et fond à 64°, son *dérivé acétylé* fond à 111° (Staedel qui n'a obtenu sans doute cette base qu'à l'état impur l'a décrite comme étant une huile (*loc. cit.*): nous l'avons purifiée nous-mêmes par distillation à la vapeur d'eau.)

Il résulte de ces nouvelles recherches que si la migration du brome dans la nitration du p-bromanisol est beaucoup moins facile que dans celle du p-bromphénétol elle a cependant lieu en une certaine mesure puisque l'on retrouve dans les produits secondaires des dérivés o-bromés.

[1] Körner. *Jahresbericht d. Ch.* 1875, p. 337.

tribromphénétol déjà décrit par Varda[1] $C^6H^2 . OC^2H^5 . Br^3$ 1.2.4.6. et dont le point de fusion est indiqué comme étant de 69° ou 72-73°.

Le produit principal de la réduction, retiré à l'état de sel double d'étain a été traité par un alcali et distillé avec la vapeur d'eau. L'huile blanche ainsi obtenue se concrète bientôt et fond, après cristallisation dans l'alcool étendu, à 53°. Cette base en aiguilles blanches est soluble dans l'éther, l'alcool et la ligroïne ainsi que faiblement dans l'eau.

Ces propriétés sont les mêmes que celles de la base obtenue en traitant l'o-phénacétine par le brome. Pour identifier ces deux composés d'une manière plus complète nous avons préparé le dérivé acétylé et le picrate de la nouvelle base. Le *picrate* cristallise dans l'alcool étendu en aiguilles jaunes, fusibles à 135-137°, exactement comme le picrate de la première base. Le *dérivé acétylé* fond à 133° de même que la brom-o-phénacétine préparée en partant de l'o-phénacétine.

Les deux bromamidophénétols fusibles à 53° peuvent donc être considérés comme identiques. Pour le premier la position du groupe amido en ortho est déterminée par le fait de sa formation au moyen de l'o-phénacétine et pour le second on peut admettre que la position du brome en para est aussi fixée par le fait de sa préparation au moyen du p-bromphénétol étant donné que le dérivé o-bromé possède un point de fusion et des caractères différents. La constitution de la dernière base décrite est donc $C^6H^3 OC^2H^5 . NH^2 . Br$ 1.2.4.

Cette même base a été également obtenue en rédui-

[1] Varda. Beilstein's Handb. II. 674.

sant le produit fusible vers 66° qui se forme en assez grande quantité dans la nitration du p-bromphénétol et qui est beaucoup plus soluble dans l'alcool que le composé fusible à 98°. Nous ne sommes pas arrivés à le purifier suffisamment pour avoir un produit présentant un point de fusion constant mais la réduction nous a montré qu'il est constitué en majeure partie par le p-brom-o-nitrophénétol; un composé de cette constitution a été décrit par Hallock (Amer. J. 3. 20) et par Staedel (Ann. 217-57) avec les points de fusion 47° et 43°.

III. Dérivés nitrés de l'o-phénétidine.

1) *p-nitro-o-amidophénétol*

$C^6H^3. OC^2H^5. NH^2.NO^2$ 1.2 4. F = 97°

Ce composé a été préparé d'une manière analogue au dérivé correspondant de l'anisol décrit dans le brevet français 271,908 du 4 novembre 1897 de la « Fabrique de produits chimiques de Thann et Mulhouse ».

Dans une dissolution de 10 gr. d'o-phénacétine dans 40 gr. d'acide sulfurique concentré et 10 gr. d'acide acétique on a introduit peu à peu à 0° un mélange de 8.4 d'acide nitrique à 40° Be et de 16.8 d'acide sulfurique concentré; le produit de la réaction coulé dans l'eau laisse déposer une substance cristalline jaune qui a été filtrée, lavée avec de la soude, puis purifiée par cristallisation dans l'alcool; elle cristallise en petites aiguilles jaunes, fusibles à 196° et a donné à l'analyse les résultats suivants:

	Calculé pour $C^6H^3. OC^2H^5. NH\ C^2H^3O. NO^2$	Trouvé
N =	12.50 %	12.49 %

Le produit de la réaction est donc constitué par une

mononitrophénacétine, c'est le *p-nitro-o-acétylamidophénétol* car il a fourni par saponification et élimination du groupe NH^2 le p-nitrophénétol, fusible à 58-59°.

Le p-nitro-o-amidophénétol obtenu par saponification du dérivé acétylé cristallise dans l'alcool étendu en aiguilles oranges ou en feuillets jaunes, fusibles à 97°, il est facilement soluble dans l'éther, l'alcool et dans l'acétone, difficilement soluble dans la ligroïne et l'eau ; son *sulfate* est facilement soluble dans l'eau ce qui le distingue de l'isomère décrit ci-après.

2) *m*(5) *nitro-o-*(2)*amidophénétol*

$C^6H^3 . OC^2H^5 . NH^2 . NO^2$ 1.2.5.

Ce dérivé a été préparé par la méthode décrite par la fabrique de produits chimiques de Thann et Mulhouse pour la préparation du dérivé correspondant de l'anisol. On a introduit peu à peu 13 gr. d'o-phénacétine dans 200 gr. d'acide nitrique à 41° B^e en maintenant la température de 25 à 40°. Le produit de la réaction coulé dans l'eau, filtré et lavé à la soude, a été cristallisé à plusieurs reprises dans l'acétone et dans l'alcool, on obtient ainsi une petite quantité du *m*(5) *nitro-o-*(2)*acétamidophénétol* fusible à 165°.

La plus grande partie reste dans les eaux-mères mélangé avec son isomère et le point de fusion de ce mélange est assez constant (149-150°). On l'en sépare d'après la méthode suivie par la fabrique de produits chimiques de Thann et Mulhouse, en le traitant après saponification par l'acide sulfurique étendu (12 °/₀), car la base correspondante donne un sulfate insoluble.

Le *dérivé acétylé* fusible à 165° cristallise dans l'alcool

en aiguilles jaunes facilement solubles dans ce véhicule ; il a donné à l'analyse les résultats suivants :

		Calculé pour $C^6H^3.OC^2H^5.NHC^2H^3O.NO^2$	Trouvé
N	=	12.50 °/₀	13.08 °/₀

Saponifié par l'acide chlorhydrique concentré il donne le chlorhydrate d'une base fusible à 90°, le *m*(5) *nitro-o-*(2)*amidophénétol* dont la constitution a été déterminée, car en éliminant le groupe NH^2 il se forme du m-nitrophénétol, fusible à 34° et d'autre part de même que le dérivé de l'anisol obtenu de la même manière il donne par réduction une p-diamine. Le composé en question cristallise dans l'alcool en aiguilles jaune foncé, il est facilement soluble dans l'alcool, l'éther, l'acétone, difficilement soluble dans la ligroïne et dans l'eau, son *sulfate* à l'inverse de celui de la base isomère précédemment décrite, est difficilement soluble.

Les diverses bases que nous venons de décrire ont été utilisées soit pour la production de matières colorantes sur la fibre traitée au β naphtol, soit pour la préparation de quelques couleurs azoïques, en particulier de celles dérivées de l'acide salicylique, de l'acide naphtolsulfonique 1.4, du sel R, de l'acide amidonaphtolsulfonique G et du chromotrope. Sans vouloir entrer dans les détails des essais d'impression et de teinture qui ont été exécutés par les « Farbwerke Höchst » nous pouvons tirer des renseignements qui nous ont été obligeamment communiqués par cette maison les conclusions suivantes :

1° En impression l'azoïque de β naphtol développé sur la fibre en partant des dérivés chlorés ci-dessus dé-

crits est de nuance rouge-orange, plus jaune, moins vif et moins solide à la lumière que l'azoïque obtenu en partant des dérivés bromés. Celui de la base C^6H^3. OC^2H^5 NH^2. Cl 1.2.4. est un peu plus violacé que celui de la base C^6H^3. OC^2H^5. Cl. NH^2 1.2.4.

L'azoïque du p-brom-o-amidophénétol est de nuance légèrement plus jaune que celui de l'o-brom-p-amidophénétol, il devient plus jaune encore par le savonnage au bouillon.

2° Si l'on compare entre eux les échantillons teints au moyen des dérivés diazoïques par développement sur le coton préparé au β naphtol, on trouve pour ce qui concerne les *dérivés chlorés* que c'est celui de l'o-amidophénétol C^6H^3. OC^2H^5. NH^2. Cl 1.2.4. qui fournit la nuance la plus violette, vient ensuite celui du p-amidophénétol C^6H^3. OC^2H^5. Cl. NH^2 1.2.4. puis ceux du m-amidophénétol C^6H^3. OC^2H^5. Cl. NH^2 1.2.5. et 1.4.5. qui sont de la nuance la plus orange; la même remarque s'applique aux *deux dérivés bromés* C^6H^3. OC^2H^5. NH^2. Br 1.2.4. et 1.4.2. que nous avons examinés, ils sont en outre de nuance légèrement plus violette que les dérivés chlorés correspondants. On remarque encore que le dérivé chloré qui fournit la nuance la plus orange et qui donne même un orange très vif C^6H^3. OC^2H^5. Cl. NH^2 1.4.5. est celui dans lequel l'atome de chlore se trouve le plus rapproché du groupe amido. L'o-amidophénétol lui-même donnant une nuance plus violette que son dérivé chloré en para relativement à OC^2H^5 lequel fournit encore un rouge violet, il semble que l'introduction du chlore modifie la nuance déterminée par le groupe amido seul (ou « azo ») et cela d'autant plus profondément qu'il se trouve dans son voisinage le plus immédiat. Le fait que l'on peut aussi cons-

tater d'après les essais de teinture que le dérivé $C^6H^3 . OC^2H^5 . Cl . NH^2$. 1.2.4. donne une nuance moins brune que le p-amido-phénétol non substitué tient aussi peut-être à une neutralisation partielle de l'influence du groupe amido (ou « azo ») par le chlore. Quant aux *dérivés nitrés* c'est le composé $C^6H^3 . OC^2H^5 . NO^2 . NH^2$ 1.3.4. qui fournit la nuance la plus violette, tandis que le dérivé $C^6H^3 . OC^2H^5 . NO^2 \, NH^2$. 1.2.4. donne une nuance rouge-orange (P.A. des Farbwerke Höchst 10058 et 10903); nous pouvons ajouter que le dérivé $C^6H^3 . OC^2H^5 . NH^2 . NO^2$ 1.2.5. que nous avons encore préparé donne une nuance rouge un peu moins violette que le m-nitro-p-amidophénétol, tandis que $C^6H^3 . OC^2H^5 . NH^2 . NO^2$ 1.2.4. fournit une nuance rouge-orange. Ceci a du reste été déjà signalé, au sujet des nitroanisidines correspondantes, dans le brevet de la « Fabrique de produits chimiques de Thann et Mulhouse » (P.A. F. 10233).

Les remarques faites au sujet des dérivés chlorés et bromés ne peuvent donc pas s'appliquer ici : tout ce que l'on peut déduire de nos essais de teinture c'est que le dérivé $C^6H^3 . OC^2H^5 . NH^2 . NO^2$ 1.2.4. donne une nuance beaucoup plus orange que les dérivés correspondants renfermant à la place de NO^2 : Cl ou Br.

3° D'une manière générale et pour ce qui concerne les matières colorantes azoïques, les dérivés de l'acide salicylique ressemblent beaucoup au jaune d'alizarine, ceux de l'acide naphtolsulfonique 1.4. et du sel R sont comparables aux Écarlates Victoria G et R, à la Coccine nouvelle O ou au Rouge d'anthracène, celui du Chromotrope fait avec l'o-chlor-p-amidophénétol seulement, est de même nuance que le Chromotrope 6 B.

Les différences de nuance entre les divers dérivés ne sont pas très accentuées.

a) Matières colorantes faites avec le sel R.

Les dérivés des bases bromées $C^6H^3 . OC^2H^5 . NH^2 . Br$ 1.2.4. et 1.4.2. sont de nuance plus violette et plus vive que ceux des bases chlorées correspondantes et de la base dichlorée.

Les dérivés des bases dans lesquelles l'halogène se trouve en position *para* sont de nuance plus violette que ceux des bases dans lesquelles l'halogène se trouve en position *ortho* relativement à OC^2H^5.

b) *Matières colorantes faites avec l'acide naphtolsulfonique 1.4.*

Le dérivé de la base $C^6H^3 . OC^2H^5 . Br . NH^2$ 1.2.4. est de même nuance que celui de la base chlorée correspondante. La base dans laquelle le chlore est en para donne une matière colorante de nuance plus violette que celle dans laquelle il est en ortho relativement à OC^2H^5.

c) Matières colorantes faites avec l'acide amidonaphtolsulfonique G.

Il y a fort peu de différence entre les diverses couleurs faites en solution acide ou en solution alcaline; on peut seulement signaler le fait que les dérivés bromés fournissent des matières colorantes de nuance un peu plus brune.

4° Au point de vue de la résistance au lavage, au savonnage et au foulon il n'y a pas de différence sensible entre les diverses matières colorantes.

Les matières colorantes dérivées des bases bromées résistent mieux à l'action de la lumière que celles qui dérivent des bases chlorées.

Genève, 9 rue du Stand, janvier 1899.

SUR

L'ORIGINE DU BLEU DU CIEL

PAR

W. Spring.

État de la question.

La cause de la coloration du ciel a préoccupé, depuis longtemps déjà, les physiciens ; néanmoins le problème ne se trouve pas encore résolu, de manière à satisfaire tous les esprits.

Il n'entre pas dans le cadre de cette note de retracer tous les travaux exécutés sur ce sujet depuis l'époque où Newton fit voir, le premier, que des corps peuvent paraître colorés, dans certaines conditions, sans cependant posséder une couleur qui leur soit propre. L'histoire suffisamment développée de la question ayant été faite par J.-M. Pernter, il y a quelques années[1], je puis me borner à faire mention seulement des recherches principales, indispensables pour comprendre l'observation que je désire faire connaître par ces lignes et la valeur qu'elle peut avoir pour la solution du problème.

[1] *Schriften des Vereins z. Verbreitung naturw. Kenntnisse.* Wien, t. 30, p. 197. En résumé dans les *Fortschritte der Physik*, t. 46. 3er Abth., p. 441, 1896.

On a attribué, depuis longtemps, la lumière de l'atmosphère à une *réflexion* ou à une *diffusion* des rayons du soleil dans l'air. En effet, si l'atmosphère était absolument transparente elle serait obscure; le disque lumineux du soleil se marquerait seulement sur le fond noir des espaces stellaires et les phénomènes de l'aurore et du crépuscule ne se produiraient pas. La preuve physique directe de la réflexion atmosphérique a été fournie pour la première fois par Brewster. Ce physicien constata que la lumière du firmament n'est pas de la lumière ordinaire, mais bien de la lumière partiellement polarisée. Le maximum de la polarisation a lieu quand, tournant le dos au soleil, on regarde le ciel dans une direction *perpendiculaire* aux rayons qui nous atteignent. Il résulte immédiatement de là que l'angle de polarisation atmosphérique est de 45 degrés, car l'angle de 90 degrés correspondant au maximum de polarisation, comprend l'angle d'incidence des rayons directs et l'angle des rayons réfléchis qui sont nécessairement égaux. L'observation de Brewster a été confirmée par Arago, Babinet, Herschel et par d'autres savants. On peut donc regarder comme certain que le ciel nous envoie de la lumière *réfléchie*.

Ce point étant acquis, Clausius s'est demandé *sur quoi* la lumière du soleil se réfléchit? Comme il était difficile d'admettre une réflexion de la lumière dans l'air sur l'air, il a cherché, par l'analyse mathématique des phénomènes de réflexion, les conditions physiques que devaient remplir les particules servant de *miroirs* pour que les propriétés optiques de notre atmosphère fussent satisfaites. Son travail, qui a paru en 1849[1] conduit, en ré-

[1] *Ann. de Poog*, t. 76, p. 161-188.

sumé, aux résultats que voici : La réflexion ne peut avoir lieu sur des particules qui seraient répandues dans l'air comme une fine poussière[1], sinon la transparence de l'air se trouverait diminuée plus fortement que nous ne le constatons ; elle ne peut pas non plus se faire sur des couches d'air de densités différentes enveloppant concentriquement la terre, car la lumière du soleil, loin d'atteindre notre œil, serait renvoyée vers les espaces planétaires. Si l'on admet plutôt la présence, dans l'air, de particules d'eau, on rencontre encore une difficulté. Un milieu constitué de cette façon ne transmettrait pas la lumière *en ligne droite*. Les réfractions subies par un rayon passant successivement par des gouttelettes frappées, en général, sous un angle quelconque, auraient pour effet *une diffusion* qui nous effacerait le contour du disque solaire comme si nous le regardions au travers d'un verre dépoli. Il ne reste donc qu'une hypothèse, celle de *corps transparents creux*, ou de vésicules d'eau. Si on l'accepte, on s'assure facilement que non seulement la réflexion de la lumière s'explique, mais encore que la lumière réfractée en même temps, c'est-à-dire celle qui passe par la vésicule transparente, doit continuer son chemin dans une même direction. En effet, la lamelle sphérique d'eau qui constitue la vésicule peut être assimilée, aux deux points où elle est percée par le rayon lumineux, à deux *lamelles planes parallèles* infiniment petites et l'on sait que la réfraction à la sortie d'un milieu compris entre des plans parallèles compense la réfraction à l'entrée. La direction

[1] Cette explication a reparu, néanmoins, en 1872. Voir l'article de Collas « *sur la cause de la couleur bleue du ciel* » dans *les Mondes* (2), t. 39, p. 647.

de la lumière traversante sera donc conservée. Cette hypothèse est, en outre, avantageuse à la réflexion, car elle met sur le chemin du rayon lumineux quatre changements de milieu par vésicule : le rayon incident se réfléchissant sur la surface externe et sur la surface interne de la vésicule à l'entrée et à la sortie. L'intensité de la partie réfléchie de la lumière devra donc l'emporter de beaucoup sur la partie réfractée.

Clausius regarde donc comme très probable, sinon comme démontré, que la vapeur d'eau passe, dans l'air, par la forme vésiculaire avant de se condenser en gouttes proprement dites. La cause de l'illumination du firmament se trouverait dans la forme de ce premier degré de condensation.

Passant ensuite à la question de l'origine du bleu du ciel ainsi qu'aux phénomènes de coloration de l'aurore et du crépuscule, Clausius admet, dans un autre mémoire [1] que le bleu n'est pas propre à l'atmosphère mais qu'il apparaît dans les vésicules d'eau à la suite de l'interférence des rayons de plus grande longueur d'onde. Le firmament ne serait pas bleu par suite de l'*absorption* des rayons complémentaires comme l'est une fleur bleue, par exemple, mais sa coloration aurait la même cause que l'irisation des *bulles de savon* dont les parois sont devenues suffisamment minces. Toutefois, il y aurait à noter que le bleu du ciel serait exclusivement une couleur du premier ordre, c'est-à-dire de même origine et définition que celle qui, dans l'expérience bien connue des *anneaux de Newton*, entoure la *tache centrale obscure*.

Les tons rouges orangés de l'aurore ou du crépuscule,

[1] *Ann. de Pogg.*, t. 76, p. 188 à 195.

d'autre part, s'expliquent aussi bien simplement. En effet, la lumière traversant les vésicules doit être nécessairement complémentaire du bleu, mais nous ne pourrons la percevoir que quand les rayons du soleil auront passé par un nombre considérable de vésicules car, d'après ce qui a été rappelé plus haut, la partie réfractée de la lumière est bien plus faible que la partie réfléchie [1]. Cette condition se trouve toutefois réalisée lorsque le soleil est à l'horizon ; alors le nombre de vésicules traversées est bien plus grand.

La théorie de Clausius paraît bien expliquer les faits observés. Elle a trouvé, en outre, un appui dans les expériences de G. Govi *sur la polarisation de la lumière par diffusion* [2] ainsi que dans celles de Tyndall sur l'illumination des nuages naissants [3]. Le célèbre physicien anglais a, notamment, fait voir que si l'on éclaire fortement un mélange d'air, de vapeur de nitrite de butyle, ou d'amyle, et d'acide chlorhydrique, sous une pression très réduite, il se produit « un azur splendide qui devient « d'abord de plus en plus prononcé, arrive à son maxi- « mum de pureté et d'intensité et passe ensuite, les par- « ticules devenant plus grosses, au bleu blanchâtre ». Cette lumière bleue ayant été reconnue *polarisée*, Tyndall a regardé son expérience comme reproduisant au moyen de substances spéciales, le phénomène de la coloration bleue du ciel et comme prouvant que ce bleu devait être

[1] Si l'on prend pour *unité* la lumière totale, la partie réfléchie serait 0,922 et la partie réfractée 0,078, dans les limites extrêmes, d'après les calculs de Clausius (*loc. cit.*, p. 194).

[2] *Comptes Rendus*, t. 51, p. 360, 1860.

[3] *La chaleur mode de mouvement* (Traduction de l'Abbé Moigno) ; Paris, 1874, p. 512 et suiv.

engendré par la *réflexion* et non par une *absorption* propre à l'atmosphère. Quoiqu'il en soit, l'explication de Clausius a soulevé des objections de la part de J.-W. Strutt [1], au moins en ce qui concerne l'existence réelle de *vésicules* de vapeurs dans l'air. Le savant anglais a établi, de son côté, par l'analyse mathématique, que des gouttelettes *pleines* pouvaient aussi réfléchir beaucoup mieux les rayons bleus. Il suffit pour cela que leur diamètre soit extrêmement petit et de l'ordre de grandeur des longueurs d'ondes. Ce désaccord entre Clausius et Strutt n'a cependant pas d'importance pour le sujet qui nous occupe.

Ce résumé de la théorie de l'illumination du firmament porte à croire, malgré tout ce qu'il a forcément d'incomplet, que la « grande énigme » du bleu du ciel, comme la nommait Herschell, a trouvé son explication. Néanmoins la solution proposée laisse encore place au doute. Il résulte des expériences mêmes de Tyndall que la lumière réfléchie par « un nuage naissant » n'est bleue *que pendant peu d'instants ;* elle passe bientôt au bleu pâle puis au blanc. Cette *fugacité* contraste singulièrement avec la *fixité* et avec l'uniformité du bleu d'un ciel serein. Si l'on admet même, avec Clausius *(loc. cit.,* p. 192), qu'il se forme continuellement de nouvelles vapeurs, on ne comprend pas, sans autre explication, pourquoi les vésicules devenues trop épaisses pour donner du bleu de premier ordre s'évaporeraient à nouveau pour en reproduire de plus fines, avec une régularité et une précision telles que l'œil ne parvient à saisir aucune variation dans la nuance du ciel. D'autre part, le bleu du ciel n'a

[1] *Phil. Mag.* (4), t. 41, p. 274, 1871.

pas la nuance du *bleu de premier ordre*; celui-ci est *plus gris*: on s'en assure facilement par l'examen des anneaux de Newton. La théorie de Clausius postule, enfin, que la couleur des rayons de l'aurore et du crépuscule soient exactement complémentaires du bleu du ciel; or, d'après E. Brücke[1] il n'en serait pas ainsi. Ce physicien émet explicitement un doute sur l'origine du bleu du ciel et il regarde les couleurs crépusculaires comme indépendantes, au point de vue de leur production, du bleu du firmament.

Enfin, je rappellerai un fait bien connu de toutes les personnes qui ont fait de grandes ascensions. A mesure que l'on s'élève, le bleu du ciel perd de plus en plus son ton blanchâtre; au-dessus de 4000 mètres environ, le firmament paraît *bleu sombre*. En même temps, le degré de polarisation de la lumière va diminuant (Tyndall). Il me paraît que la vraie conclusion à tirer du parallélisme de ces deux phénomènes, c'est que la cause de la polarisation réside dans ce qui *blanchit* le ciel et non dans ce qui le *bleuit*. Ce qui empêche de se prononcer catégoriquement c'est l'indétermination du problème : dans la vallée on observe un bleu moins sombre, mais on a devant soi une épaisseur d'air plus grande et l'on pourrait, avec Tyndall, attribuer la plus forte polarisation à une réflexion plus multipliée des rayons lumineux.

Quoi qu'il en soit de la valeur de ces doutes, il ne sera pas sans utilité de mentionner des observations que je crois nouvelles.

[1] *Ann. de Poog.* 1.88, p. 363.

Observations nouvelles.

Pour résoudre l'indétermination à laquelle il vient d'être fait allusion on peut, me paraît-il, opérer de la manière suivante.

Si l'on regarde la polarisation comme la preuve de l'origine par *réflexion* du bleu du ciel, il faut nécessairement admettre qu'en interceptant les rayons bleus, à l'aide d'une substance de couleur exactement complémentaire, on éteindrait, par le fait même, la partie polarisee de la lumière du firmament. Si, au contraire, l'atmosphère devait sa couleur à une *absorption*, la suppression de la lumière bleue n'effacerait pas nécessairement la polarisation ; celle-ci serait alors due plutôt à la réflexion du contingent *blanc* de la lumière du ciel. En réalité le phénomène à étudier est plus compliqué que les lignes précédentes le supposent. La polarisation peut être due en partie à la formation du bleu et en partie aux réflexions nous amenant de la lumière blanche. Dans ce cas, l'interposition de la couche de couleur complémentaire ne supprimera que partiellement la polarisation.

Voyons ce que l'observation va nous apprendre.

Le choix de la matière dont la couleur est complémentaire du bleu du ciel est une conséquence des recherches que j'ai faites il y a peu de temps, *sur la cause de l'absence de coloration de certaines eaux limpides naturelles* [1]. On se souvient que l'*hématite* en parcelles assez fines pour être transparentes, est de couleur complémentaire *au bleu de l'eau*. Si l'on regarde le ciel à travers ces lamelles suspen-

[1] *Archives des Sciences phys. et nat.*, 1899, t. VII, p. 5.

dues dans un peu d'eau, on constate aussi la disparition du bleu du ciel. Toutefois le maniement des lamelles d'hématite est très incommode. J'ai renoncé à leur emploi pour me servir des solutions ferriques *limpides* dont la couleur paraît la même. Celle qui a le mieux répondu aux conditions désirées a été une solution de sulfocyanure ferrique. Comme l'hématite, elle éteint aussi le bleu de l'eau quand sa dilution est suffisante. Pour la préparer, on ajoute une goutte d'une solution de chlorure ferrique à 5 p. c. environ, à quelques centimètres cubes d'une solution de sulfocyanure de potassium à 10 p. c. puis on étend d'eau jusqu'à ce que l'intensité de la teinte rouge-orange soit en rapport avec celle du bleu de l'eau que l'on observe dans un tube de longueur suffisante. En interposant entre l'œil et le tube, une auge à faces parallèles contenant le composé ferrique, la sensation du bleu disparaît.

Si l'on regarde de même le ciel serein au travers de cette auge on remarque aussi la disparition du bleu pour une concentration convenable du composé ferrique. Celle-ci est à chercher par tatonnements d'après l'état du ciel. Quand on la possède, on voit, dans le ciel, comme une tache *blanche*, d'intensité lumineuse un peu affaiblie, ce qui doit être.

Ce résultat étant acquis, on place entre l'œil et l'auge un polariscope (je me suis servi de celui de Savart, muni d'une lame de quartz, ou de gypse) et l'on constate nettement que la lumière, bien que privée de bleu *est encore polarisée dans la même proportion que celle du ciel non regardé à travers l'auge*. En comparant le degré de polarisation avec celui du ciel nu, il ne m'a pas été possible de trouver une différence, avec l'instrument dont je disposais.

J'ai répété souvent cette observation pendant les nombreux jours sereins des mois de septembre et d'octobre derniers, à diverses heures de la journée, et je suis arrivé invariablement au même résultat.

Conclusions.

On peut conclure, je crois, de ces observations que le fait de la polarisation de la lumière du ciel ne prouve pas nécessairement l'absence de couleur propre de notre atmosphère. La suppression du bleu paraît sans influence appréciable sur le degré de polarisation du firmament. On est plutôt conduit à admettre que la polarisation est due à la réflexion de la lumière sur des particules (vésicules ou gouttelettes) assez épaisses pour ne pas être le siège de phénomènes d'interférences. Le bleu du ciel ne serait donc pas, comme on l'a pensé généralement, la cause de l'illumination de l'atmosphère, mais nous le percevons comme une conséquence de celle-ci. La lumière du soleil, en pénétrant dans notre atmosphère y subirait une diffusion partielle à la suite de réflexions causées, très probablement, par les vésicules ou les gouttelettes de vapeur d'eau. Si le milieu était absolument incolore, le ciel nous apparaîtrait *blanc*, mais moins éclairant dans la direction perpendiculaire aux rayons solaires, ou le bleu est aussi plus sombre. Or, le fait que nous voyons le ciel *bleu* nous oblige donc à admettre que l'atmosphère n'est pas absolument incolore, mais bleue.

Nous devons examiner, à présent, si cette conséquence se concilie avec *l'optique météorologique.*

D'abord on remarquera que la réflexion de la lumière, dans l'air, sans phénomènes de coloration, n'exclut, en

aucune façon, la polarisation. Arago a vu, déjà en 1834, qu'il suffit que la lumière passe par une couche d'air de 50 mètres, troublée par des vésicules de vapeurs, pour se polariser notablement [1]. Hagenbach a fait la même remarque en 1872 [2]. Enfin, Lallemand avait déjà émis l'opinion que *le bleu* du ciel n'est pas polarisé mais que la lumière polarisée est *blanche* [3]. Les considérations théoriques sur lesquelles ce physicien se base, sont mêmes appuyées sur une expérience : cependant comme celle-ci peut être critiquée je n'insisterai pas.

L'atmosphère aurait-elle, ensuite, une couleur propre : le bleu ? Non seulement rien ne s'oppose à ce qu'on admette le fait, mais je dirai que cette conclusion découle de nos connaissances physiques des constituants de l'air. En effet, parmi les substances dont le mélange forme l'air il en est *quatre qui ont la couleur bleue*. D'abord la vapeur d'eau. Tyndall dit, à ce sujet [4], que « la vapeur « d'eau et l'eau liquide absorbent la même classe de « rayons ; c'est une manière d'établir que la couleur de « l'eau pure est aussi la couleur de sa vapeur ». Il ajoute que probablement l'atmosphère doit à la vapeur d'eau, d'être un milieu de couleur bleue, car on a remarqué que le bleu du firmament et des montagnes lointaines de l'horizon se fonçait en proportion de la quantité de vapeur d'eau contenue dans l'air. On se rappelle, en outre, que Ch. Montigny [5] a vu, dans ses nombreuses observa-

[1] *Loc. cit.*, p. 127.

[2] *Der Naturforscher*, t. V, p. 23, 1872 (Das Licht des Landschaftsduftes).

[3] *Comptes Rendus*, t. 75, p. 707, 1872.

[4] *La chaleur mode de mouvement*, p. 365.

[5] *Bull. de l'Acad. de Belgique*, 3e série, t. 7, p. 304, 1884.

tions sur la scintillation des étoiles, la couleur bleue apparaître plus fréquente et plus intense chaque fois que l'air était plus humide. Enfin, le fait que le bleu de l'eau et le bleu de l'air se trouvent éteints par la même substance (voir plus haut), ne parle certainement pas contre une origine commune.

D'autre part l'oxygène lui-même n'est pas incolore. M. Olszewsky (Chem. Zeitung. Repertorium, p. 66, 1891) dit que l'oxygène liquide exempt d'ozone est nettement bleu sous une épaisseur de 30 millimètres. Sa coloration est donc environ cinquante fois plus prononcée que celle de l'eau pure puisque celle-ci ne commence à se manifester que sous 1500 mm. d'épaisseur. Ce physicien s'est demandé aussi si le bleu du ciel ne serait pas dû à l'oxygène ?

Dans les régions plus élevées de l'atmosphère, là où les émanations organiques du sol deviennent plus rares, l'air renferme souvent sinon toujours, de l'ozone et du peroxyde d'hydrogène. Ces substances sont aussi *bleues*. D'après Olszewsky [1], l'ozone liquide est si bleu qu'une couche de deux millimètres est presque opaque, d'après Hautefeuille et Chapuis [2] l'oxygène ozonisé autant que possible à la température ordinaire est *bleu* sous un mètre d'épaisseur. J'ai montré moi-même que le peroxyde d'hydrogène pur a une couleur bleue environ deux fois aussi foncée que celle de l'eau [3]. Il n'est donc plus possible de regarder l'air comme absolument incolore. D'ailleurs W.-N. Hartley rappelle, dans son travail *sur les limites du spectre solaire, sur le bleu du ciel et la fluorescence de*

[1] *Monatshefte für Chimie*, t. 8, p. 69.

[2] *Comptes Rendus*, t. 91, p. 522.

[3] *Bull. de l'Acad. de Belgique*, 3e série, t. 29, p. 363, 1895.

l'ozone [1] que Liveing et Dewar ont constaté que l'oxygène de l'air a effectivement un fort pouvoir absorbant pour les rayons à grandes longueurs d'ondes. Il attribue, lui-même, le bleu du ciel à la fluorescence des gaz de l'atmosphère, principalement de l'oxygène et de l'ozone. Il regarde l'ozone comme se trouvant en quantité suffisante dans l'air pour donner à l'atmosphère une couleur bleue *d'absorption.*

Il reste, à présent, à examiner si les phénomènes lumineux de l'aurore et du crépuscule ne sont pas un obstacle à notre manière de voir.

On s'en souvient, d'après la théorie de Clausius le bleu du ciel et les lueurs rouges du matin et du soir auraient une origine commune : le bleu étant le résultat de la *réflexion* et le rouge-orange celui de la *réfraction* des rayons solaires dans les vésicules de vapeur d'eau. En déplaçant maintenant l'origine du bleu, on doit se demander comment pourront s'expliquer les lueurs crépusculaires ? La réponse à cette question se trouve dans les résultats obtenus par Carl Barus dans ses recherches *sur les couleurs des condensations nuageuses* [2]. L'auteur a constaté que ces couleurs dépendent des dimensions des particules de vapeur et qu'elles permettent de distinguer sûrement la vapeur d'eau d'un amas de gouttelettes extrêmement petites ; elles donnent même, une mesure pour les dimensions de ces dernières. Il observait un jet de vapeur se détendant dans un tube de 60 cm. de long, fermé par des plans de verre, tandis que la lumière passait par le tube dans la direction de l'axe. Le résultat

[1] *Fortschritte der Physik.* t. 45, 3. Abth., p. 239, 1889.
[2] *American meteorological Journal*; March, 1893.

général des observations peut se résumer en disant qu'une *condensation nuageuse* produit les phénomènes de coloration des milieux troubles. Suivant le diamètre des gouttelettes, la première lueur colorée vire du *rouge* au *vert*. Ce sont, en somme, des couleurs de diffraction d'ordre supérieur qui se produisent quand les dimensions des gouttelettes ont grandi au point de rendre impossible la formation du bleu de premier ordre. Si les rayons du soleil traversent donc, le matin ou le soir, des couches d'air chargées de gouttelettes dont les dimensions sont comprises, d'après Barus, entre 0,000 04 et 0,000 4 mm., ils se coloreront de nuances diverses, étrangères au bleu proprement dit du firmament. Ces nuances ne seront pas nécessairement complémentaires du bleu du ciel comme devaient l'être celles de la théorie de Clausius. La remarque de E. Brücke (voir plus haut) n'est plus une *objection*. On sait, en outre, que l'apparition de lueurs *vertes*, à l'aurore ou au crépuscule, n'est pas un phénomène bien rare. M. de Maubeuge en a signalé récemment une extraordinaire qui a accompagné le lever du soleil derrière le massif du Sinaï « en lançant à la première seconde de son apparition un rayon lumineux vert-émeraude absolument pur et net [1] ». L'explication des couleurs de l'aurore et du crépuscule peut donc être détachée de celle du bleu du ciel.

Pour terminer, je toucherai encore un point particulier qui semble étranger au sujet actuel mais qui s'y rattache cependant au fond.

Lorsque Tyndall eut appelé de nouveau l'attention sur l'origine probable du bleu du ciel; on a cru que la cou-

[1] *Comptes Rendus*, t. 127, p. 453, 1898.

leur bleue de l'eau pouvait être due également à des phénomènes d'interférences. Cette opinion a été renouvelée récemment par M. R. Abegg [1] et regardée comme certaine (« *sicher richtig und unwiederleglich* »), de sorte que pour cet auteur le bleu de l'eau serait, à la fois, bleu de *réflexion* et bleu *d'absorption*. Je crois, pour ma part, que M. Abegg fait erreur : la réflexion de la lumière dans l'eau donne une illumination blanche, ou plus ou moins jaune, mais non bleue. Pour trancher la question, il suffira d'éteindre la lumière bleue des eaux naturelles par sa couleur complémentaire et s'assurer, si oui ou non, la *polarisation* disparaît en même temps et dans la même mesure. Je me propose de vérifier le fait sitôt que les devoirs de ma charge m'en laisseront le loisir.

Liège, Institut de chimie générale, novembre 1898.

[1] *Naturw. Rundschau*, t. 13, n° 14, 1898.

L'AUTOMOBILISME ET LA FORCE MOTRICE

LE MOTEUR AIR-EAU

PAR

Raoul PICTET

(*Suite et fin*[1]).

CHAPITRE VIII.

Application du moteur air-eau a l'automobilisme.

Les conditions de fonctionnement du moteur Air-Eau, sa théorie, son rendement, et les phénomènes physiques liés d'une part à la production de la chaleur, d'autre part à son utilisation dans le cycle de l'appareil sont exposés dans les chapitres précédents; il convient maintenant de retourner en arrière et de déterminer comment ce moteur répond au programme fixé pour l'automobilisme au commencement de cette étude. Nous examinerons si ce type rationnellement étudié est susceptible de faire faire un nouveau pas en avant à cette branche de l'industrie contemporaine.

Rappelons ce que nous avons énoncé sur les caractères essentiels des moteurs destinés à l'automobilisme :

[1] Voir *Archives*, t. V, avril 1898, p. 350, mai, p. 444, et juin, p. 550; t. VI, juillet, p. 16; décembre, p. 555; t. VII, janvier 1899, p. 43; février, p. 139.

1° Le moteur doit permettre au véhicule de circuler sur n'importe quelle route, avec toutes les déclivités correspondant aux pentes les plus importantes permises aujourd'hui par les lois sur les routes, c'est à dire de dix à douze pour cent.

2° Le moteur doit s'alimenter avec des matières premières communément répandues, afin de pouvoir trouver facilement et fréquemment les matières nécessaires à la production de la force motrice. Envisageons encore ici quelques conditions intimement liées à la marche d'un moteur destiné à l'automobilisme :

Il faut que l'automobile puisse partir rapidement, dès qu'on en a besoin, sans qu'on ait à attendre trop longtemps la mise sous pression de l'appareil.

Il faut qu'il fonctionne sans trépidations et ne fasse pas subir aux personnes qui sont dans la voiture les chocs continus dus au travail des pistons.

Il faut pouvoir arrêter instantanément le véhicule s'il y a lieu d'éviter quelque obstacle inopiné.

Il faut assurer la double marche en avant et en arrière, cette dernière étant indispensable sur une route accidentée ou pour tourner dans un chemin étroit.

Il faut que l'appareil soit de faible poids, d'un mécanisme simple, et puisse être construit avec des métaux usuels.

Enfin, lorsque le conducteur voit devant lui une rampe il doit, sans être obligé de subir un temps d'arrêt, pouvoir la franchir sans employer des engrenages ni modifier beaucoup son allure, car les trop grands changements de vitesse sont désastreux pour la marche d'un automobile.

Nous pouvons affirmer que toutes ces conditions se réalisent facilement avec le moteur Air-Eau.

Résumons de ce chef les principales dispositions adoptées pour permettre cette marche normale.

Admettant exactement le principe qui a été décrit dans la première partie de ce mémoire, nous pourrons utiliser à notre choix des moteurs à double effet fonctionnant seulement jusqu'à 215° de chaud avec de la vapeur à 12 atmosphères, ou bien employer des cylindres à simple effet pouvant fonctionner jusqu'à 350° de chaud.

Suivant qu'on attribuera une plus grande importance à l'économie de marche ou, au contraire, à la légéreté de l'appareil, le constructeur adoptera les machines à simple ou à double effet.

On peut utiliser à volonté pour la construction de ce moteur la fonte ordinaire et la fonte d'acier : les cylindres peuvent être en tubes d'acier : les surfaces de l'échangeur en tubes de bronze, de cuivre ou d'acier.

La construction du moteur peut par conséquent être d'une légéreté remarquable, puisque les cylindres moteurs, soit les surfaces utilisant la chaleur, peuvent être amenées au minimum de poids par leur simplicité et leur faible épaisseur.

D'après nos prévisions, un moteur pouvant atteindre de huit à dix chevaux de force ne pèsera pas plus de cent cinquante à deux cents kilos.

Pour chauffer l'appareil, on peut utiliser n'importe quel combustible, mais nous recommandons tout particuliérement l'emploi du pétrole qui donne une quantité considérable de calories pour chaque kilogramme emporté. Le pétrole peut se régler aujourd'hui avec une grande facilité pour sa combustion totale dans un foyer, et comme ce combustible est liquide et qu'il peut tenir sous pression à l'extrémité d'orifices très fins, on peut

ouvrir une série de becs brûleurs qui permettent, au bout d'un laps de temps très court, de tripler, de quadrupler la puissance de la flamme et la quantité de chaleur fournie au foyer.

Un levier qui commande une série de robinets successifs permet de laisser aisément sortir dans le foyer une quantité triple ou quadruple de pétrole, ou, au contraire, de maintenir à l'état de veilleuse des brûleurs qui un moment auparavant faisaient jaillir une flamme puissante.

En plaçant devant le conducteur de l'automobile un levier spécial se mouvant devant un tableau sur lequel on a gravé les indications des pentes à parcourir, il sera très facile de préparer son foyer à quelques centaines de mètres de distance sans interrompre la marche, de manière à forcer la puissance du foyer et à la rendre variable, proportionnellement aux efforts à vaincre.

Le conducteur n'a qu'à porter son attention au devant de lui et estimer (l'habitude permettra de le faire rapidement) la valeur de la rampe à gravir, puis à placer son levier sur le numéro indiqué par son estimation. Immédiatement, le foyer recevra plus de chaleur, augmentera les quantités de vapeur disponibles et compensera au moment voulu les efforts plus puissants que la machine est obligée de produire.

Avec la connaissance du pays parcouru, le conducteur pourra toujours prendre les dispositions nécessaires avant d'aborder les rampes afin de les franchir à une allure régulière.

Grâce à ce dispositif, la machine augmentant de puissance sans aucune modification quelconque dans son mécanisme pourra garder une vitesse presque constante quels que soient les accidents de terrain.

Ce point est d'une réelle importance pour le progrès de l'automobilisme tel qu'on le conçoit aujourd'hui.

Enfin, lorsque au lieu d'avoir devant soi une rampe, l'automobile s'engagera sur une descente, le compresseur à air servira de frein.

Il suffira de laisser fonctionner le compresseur et d'admettre l'air comprimé dans un réservoir auxiliaire de capacité variable placé n'importe où sur la voiture, sous le siège du conducteur, dans le caisson, sous les banquettes, etc., etc.

Cet air comprimé pourra être abandonné à l'intérieur sous une certaine pression, soit, 3, 4, 5 et jusqu'à 12 atmosphères. Avant de mettre le frein, on aura par conséquent emmagasiné dans un réservoir une assez grande quantité de potentiel sous forme d'air comprimé.

Cette réserve n'est point inutile.

Lorsque l'automobile voudra partir pour sortir de la remise, dès qu'on aura allumé en veilleuse tous les becs du foyer et avant que la chaleur ait pu se propager dans tout l'appareil, l'automobile pourra parcourir cinq à six cents mètres avec la puissance motrice accumulée dans cet air comprimé lequel agira dans l'intérieur de la machine, comme la vapeur et l'air le feront un peu plus tard.

La surface des chaudières des échangeurs et la capacité calorifique des cylindres étant extrêmement faibles, la puissance mécanique de ce réservoir d'air ne sera pas encore épuisée que le moteur prendra sa vie naturelle et permettra de reconstituer rapidement ce potentiel disparu.

Ainsi point de temps perdu au départ et un frein consistant en une accumulation méthodique d'énergie jus-

qu'à concurrence de la dimension de l'accumulateur représenté par le réservoir auxiliaire.

Enfin lorsqu'on se trouvera en face d'une montée très raide qui nécessitera un coup de collier puissant, on pourra utiliser d'une part tout l'air comprimé à pleine pression associé à la vapeur également à pleine pression et en supprimant le travail du compresseur, ce qui s'obtient en fermant l'admission de l'air. La machine donnera alors dix fois plus de travail que dans la marche normale sur une longueur de quelques cents mètres.

Ce coup de collier pourra permettre à l'automobile de franchir des rampes que les voitures ordinaires n'oseraient aborder.

On voit par ce qui précède que le moteur Air-Eau est susceptible de fonctionner presque comme un moteur à air chaud, lorsque la déclivité du terrain est légère ou lorsque les routes bien entretenues permettent au roulement de s'effectuer sans grande résistance.

Dans ces conditions le moteur n'emploie que très peu d'eau, presque uniquement de l'air; il donne alors peu de travail, consomme peu de pétrole et maintient cependant une bonne vitesse à l'automobile.

Dès que la route devient moins bonne ou légèrement montante, la machine entre dans sa période de force normale.

Enfin, lorsque des accidents de terrain forcent la machine à sortir des conditions ordinaires, elle peut par des modifications successives et prévues arriver à donner une puissance atteignant environ dix fois le travail normal.

La machine ayant sa mise en train pour la marche en avant et pour la marche en arrière, il est possible d'ajou-

ter à l'action des freins la contre-vapeur, ce qui est impraticable avec les moteurs en service aujourd'hui sans risque de briser les engrenages et les transmissions de mouvement.

Au point de vue du poids du combustible, les calculs nous montrent que le poids moyen par cheval et par heure sera d'un demi-kilogramme de pétrole pour une force de deux à trois chevaux. Ce sont des conditions que nous estimons très avantageuses, étant donnés les rendements actuels des moteurs à pétrole.

Le poids de l'eau à transporter avec soi sera relativement faible puisque la dépense en eau sera d'une façon moyenne de six à dix kilos par heure pour une force de deux à trois chevaux.

L'air atmosphérique se prend pendant la marche et le réglage du combustible se fait par le conducteur qui dirige le foyer uniquement par la manœuvre du grand levier réglant l'écoulement du pétrole.

Une prise d'air maintient, au moyen de régulateur, une pression constante sur le réservoir à pétrole de manière à assurer un débit régulier aux brûleurs.

La communication du mouvement aux roues motrices se fait simplement par un appareil différentiel commandé à volonté soit directement soit par une chaîne.

La machine ne subit aucune trépidation si elle est bien compensée dans les pièces mobiles et le moteur est complètement à l'arrêt lorsque l'automobile ne bouge pas.

Le graissage se fait comme pour les machines à vapeur similaires et n'entraîne aucune complication spéciale.

En réalité, par sa souplesse, sa légèreté, l'économie du combustible, la faible quantité d'eau suffisante à son fonctionnement, le moteur Air-Eau est une solution du

problème de l'automobilisme qui se dégage directement des principes de la théorie mécanique de la chaleur et s'adapte à merveille à toutes les conditions de ce problème si complexe.

Nous n'avons pas à entrer ici dans plus de détails sur la construction de ce moteur. Nous avons voulu en esquisser seulement la théorie et le fonctionnement intérieur dans ses divers modes, afin de montrer combien l'introduction de l'air atmosphérique dans le cycle des moteurs transforme d'une façon profonde ces mécanismes si connus et si bien étudiés lorsqu'ils fonctionnent avec la vapeur d'eau pure.

C'est tout ce que nous voulions momentanément dire sur cette question.

CONCLUSIONS.

Généralisons les conclusions qui découlent de cette étude et appliquons-les à toute industrie qui réclame de la force motrice.

1° Pour le moteur Air-Eau de même que pour toute autre machine thermique, on constate la loi suivante, classique en thermodynamique : le rendement économique d'un moteur s'élève proportionnellement à la température de la chaudière (la température la plus élevée du cycle), et proportionnellement encore à la pression des gaz qui actionnent les pistons moteurs.

2° Si l'on compare deux moteurs de même force, l'un fonctionnant au système Air-Eau, l'autre à la vapeur d'eau pure, le rendement du premier sera d'autant meilleur, comparé au second, que la pression absolue et la température seront plus basses. Ce point est intéressant à constater.

Ces conclusions qui paraissent paradoxales sont cependant directement déduites des lois de la thermodynamique; on aura pu s'en convaincre en lisant l'étude que nous venons d'exposer.

Les constructeurs se serviront de ces lois pour déterminer les dimensions de tous les organes mécaniques composant un moteur dont la puissance doit répondre à un besoin précis.

Comme vérification de ce qui précède, nous pouvons dire qu'une machine Air-Eau fonctionnant à six atmosphères, pression des plus usuelles dans l'industrie contemporaine, permet de réaliser une économie de 45 °/₀ sur la dépense d'un moteur similaire fonctionnant à la vapeur d'eau pure.

Lorsque la pression tombe à trois atmosphères l'économie s'élève jusqu'à 55 °/₀.

Il sera possible d'utiliser le moteur Air-Eau pour les chemins de fer, les tramways, la navigation, les élévateurs, etc.

En un mot nous nous proposons d'introduire le système nouveau dans toutes les machines motrices qui fonctionnent aujourd'hui à la vapeur seulement, et notamment dans celles qui n'emploient pas la condensation.

C'est surtout pour celles-ci que l'économie résultant du nouveau moteur est évidente.

Nous allons exécuter de nombreuses expériences avec les modèles actuellement en construction, et nous ferons suivre ce mémoire d'une étude numérique et expérimentale qui nous permettra de comparer les résultats théoriques exposés ici avec les chiffres donnés par les observations directes.

SUR LA CROISSANCE SUPPOSÉE DE LA COQUILLE CHEZ LES THÉCAMOEBIENS

PAR

E. PENARD
Docteur ès-sciences.

Les phénomènes de reproduction chez les Protozoaires ont toujours été difficiles à observer, et c'est peut-être chez les Rhizopodes d'eau douce que les observations sont encore le plus indécises. Ces petits êtres se prêtent en effet mal à l'expérience, et quand de temps à autre se présente un individu qu'il serait intéressant de suivre dans son développement, l'attente de l'observateur est trop souvent déçue par la persistance de l'animal à rester dans l'état où on l'a trouvé.

Ce que l'on connaît le mieux chez les Thécamoebiens ou rhizopodes à coquille solide, se rapporte aux phénomènes de la bipartition. Le corps mou se divise en deux, avec participation du noyau, et dans quelques rares occasions on a pu voir ce dernier présenter alors des phénomènes de karyokinèse: plus souvent on a dû se borner à constater une simple division par étranglement du plasma.

Quant à la coquille, dure et presque toujours formée

d'élément siliceux reliés entre eux par un ciment de nature chitinoïde, elle se forme par un procédé tout particulier : l'animal rassemble au préalable dans son corps même une provision d'écailles ou de pierres; lors de la division, son plasma sort par la bouche, formant à l'extérieur une sorte de sac ou de bulle qui prend très vite la forme et la grandeur de la coquille-mère; les éléments de réserve, pierres ou écailles, arrivent à leur tour par la bouche, glissent le long des parois de la bulle, et prennent leur position définitive les uns à côté des autres dans l'ordre le plus convenable pour eux. La nouvelle coque ainsi formée durcit très vite, mais se distingue toujours de l'ancienne en ce qu'elle est plus claire, plus délicate, en même temps que le ciment interstitiel est plus tendre, et jamais coloré comme dans l'ancienne coque.

Telle est la marche suivie dans le dédoublement ordinaire; j'ajouterai cependant que d'après mes observations il est probable que, dans certaines espèces au moins, la bulle émise par l'animal-mère durcit très vite à la surface de manière à constituer une fine membrane, et que c'est sous cette première enveloppe que vont se loger les écailles; dans une *Arcella* même, j'ai vu cette fine membrane ou pellicule externe se détacher et s'en aller à la dérive après la formation complète de la nouvelle enveloppe [1].

Dans un mémoire paru en 1891 [2], Rhumbler a étudié

[1] E. Penard. Etudes sur les Rhizopodes d'eau douce. *Mémoires de la Société de physique et d'histoire naturelle de Genève,* Tome XXXI, 1890.

[2] Rhumbler. Beiträge zur Kenntniss der Rhizopoden. Ueber Entstehung und secundäres Wachsthum der Gehaüse einiger Süsswasserrhizopoden. *Zeitschrift fur wissenschaftliche Zoologie.* Vol. 52.

ce genre de dédoublement chez la *Difflugia acuminata, Ehrenberg*, ou plutôt chez une variété de cette espèce à laquelle j'avais en 1890 donné le nom de *Difflugia elegans;* je l'avais en effet reconnue comme parfaitement autonome ; elle est munie d'une corne postérieure comme la Difflugia acuminata, mais s'en distingue par une taille bien moindre, des contours urcéolés, et par la singulière habitude qu'elle a de se garnir presque toujours la bouche d'un bouquet d'écailles ou de baguettes siliceuses.

Rhumbler explique la présence de ces écailles en disant que dans cette espèce, les matériaux de réserve, au lieu d'être accumulés dans l'intérieur de l'animal, sont gardés à l'extérieur jusqu'au moment où ils deviendront utiles : c'est ce qu'il appelle *Extrathalame Aufspeicherung des Gehaüsematerials*; d'autres fois encore ces écailles serviront à former des kystes durs et globuleux, au sein desquels l'animal se retirera pendant un temps.

Dans mon mémoire sur les Rhizopodes, j'avais également émis l'opinion que ce bouquet d'écailles pourrait bien être destiné à la confection d'une nouvelle coque ; mais cette explication m'avait paru en somme peu plausible, parce que les éléments qui forment le bouquet en question ont pour la plupart une forme particulière : ils sont généralement longs et étroits, élargis en pétales au sommet, tandis que la coquille elle-même est revêtue de pierres semblables à celles de toutes les Difflugies.

Rhumbler ne dit pas d'ailleurs qu'il ait observé directement la construction d'une nouvelle coque au moyen de ces écailles buccales, mais il parle du fait comme d'une chose certaine, et peut-être est-il après tout dans le vrai.

Quoi qu'il en soit, le mémoire de Rhumbler traite en majeure partie d'un autre sujet, dont les lignes précéden-

tes n'ont pour but que de préparer l'examen, et qui prête, me semble-t-il, à de nombreuses critiques. Il concerne surtout l'accroissement possible de la coquille et combat les idées de Verworn, qui en était arrivé à la conclusion que la coque une fois formée n'est plus aucunement modifiable[1].

Rhumbler désire avant tout « empêcher que la théorie « fondée par Verworn de l'immuabilité de l'enveloppe « chez les Rhizopodes d'eau douce ne prenne trop fermement pied, et ne conduise à des conclusions erronées. » Et il faut le dire, Rhumbler semble en voie d'obtenir gain de cause, car dans l'excellent Traité de Zoologie de Delage et Hérouard[2] on lit à propos de l'enveloppe des Thécamoébiens : « Elle s'accroît avec l'animal par intussusception », et plus loin, à propos de l'Arcella : « Pour grossir, « l'animal fait éclater sa coquille, la disjoint en quelques « places, et la répare sous ses nouvelles dimensions. »

Or il est très probable que Delage et Hérouard, qui citent souvent Rhumbler, s'en sont purement rapportés à ses conclusions, et comme le Traité de ces auteurs est ou sera très répandu, peut-être faudrait-il reprendre presque dans les mêmes termes la thèse de Rhumbler, mais en la retournant dans le sens de Verworn.

En effet cette question, qui paraît être une affaire de détail, a une grande importance pour tout ce qui concerne l'organisation des Rhizopodes, et il n'est pas inutile de montrer que Rhumbler s'est trop pressé, et que ses conclusions ne reposent, j'en suis persuadé, que sur des faits très controversibles.

[1] M. Verworn. Biologische Protistenstudien. *Zeitschrift für wiss. Zool.* Vol. XLVI.

[2] *Traité de Zoologie concrète.* Vol. I. Paris 1896.

Rhumbler tient en principe pour certain que l'enveloppe des Thécamoebiens doit grandir, croître avec l'âge. Les observations qu'il a faites sur la *Difflugia acuminata* (*Diff. elegans Penard*) ne lui ont, il est vrai, rien montré de semblable, et il a trouvé en fait la coque jeune égale en tous points à celle de la mère, mais, dit-il, les coques doivent grandir, puisque dans une même espèce la taille varie considérablement suivant les individus.

Me réservant d'examiner dans un instant cette dernière considération, je voudrais à mon tour présenter quelques remarques. Dans le cours de mes études il m'est arrivé très fréquemment de rencontrer des individus liés deux à deux par la bouche, et présentant des phénomènes tantôt de division tantôt de conjugaison. Les cas de division indubitable que j'ai observés particulièrement se rapportent aux espèces suivantes :

Difflugia lobostoma, Difflugia pyriformis, Difflugia elegans, Centropyxis aculeata, Cyphoderia margaritacea, Nebela collaris, Arcella vulgaris, Heleopera sylvatica, Assulina semilunum, Assulina minor, Euglypha alveolata.

Partout, dans ces espèces, les coquilles nouvellement formées, plus claires et généralement plus souples que les vieilles, étaient parfaitement semblables à leurs parents, jusque dans le détail de leurs ornements (cornes, etc.) Je puis pourtant citer à cela une exception qui se rattache précisément à la *Difflugia elegans*, mais à une forme particulière à la faune profonde du lac de Genève : cette variété est beaucoup plus grosse que la forme type, et la corne postérieure caractéristique de l'espèce y est normalement remplacée par une pierre collée au sommet de la coque ; or, dans deux individus que j'ai trouvés en cours de division, le sommet de la jeune coquille était

arrondi ; il y manquait la pierre terminale, que sans doute l'animal y ajoute après coup.

Partout également j'ai constaté une identité approximative de taille entre les deux coques; quelquefois pourtant il existait une légère différence, mais alors l'avantage de volume était tantôt pour la nouvelle coque, tantôt pour l'ancienne, ce qui empêche toute déduction quant à un développement de taille.

Généralement aussi chacune des deux coquilles, une fois la séparation opérée, est munie d'un plasma et d'un noyau; parfois cependant, chose curieuse, la vieille coque conserve tout le plasma ; ce dernier s'enkyste alors, laissant vide la jeune enveloppe, qui pourtant reste attachée à l'ancienne.

D'autres fois enfin tout le corps mou passe dans la nouvelle coque; c'est alors une sorte de mue ou d'exuviation, qui a été pour la première fois clairement décrite par Claparède et Lachmann chez l'*Arcella vulgaris.* Le genre Arcella est en effet très sujet à cette exuviation ; c'est à ce phénomène sans doute qu'il faut rapporter ces grandes quantités de jeunes Arcelles, presque complètement hyalines ou à peine jaunâtres, à membrane délicate et souple quoique munie de toutes ses ponctuations alvéolaires, mais de taille habituelle, que l'on trouve à certains moments. Rhumbler cite le fait de l'exuviation de l'Arcella comme une preuve de sa théorie, car, dit-il, si l'animal mue, c'est qu'il se trouve trop à l'étroit, et s'il veut une nouvelle coque, c'est qu'il lui en faut une plus grande. Mais on peut fort bien supposer d'autres raisons pour expliquer la mue ; chez l'Arcella, par exemple, la coquille devient peu à peu brune ou même noirâtre, et finit peut-être par attirer trop vivement l'attention des petits crustacés, etc.

Puis il n'est pas certain que chez l'Arcella la jeune coque soit plus grande que l'ancienne; mes observations tendraient plutôt à montrer une égalité générale. Enfin, si le volume de la coque augmentait à chaque mue, nous aurions là plutôt une preuve que, la coque étant immuable, l'animal, s'il grandit, est obligé de s'en construire de toutes pièces une nouvelle. Il y aurait peut-être même là des recherches intéressantes à faire, mais si elles aboutissaient dans le sens indiqué, elles iraient droit contre la théorie de Rhumbler, qui admet une croissance de la coquille elle-même.

Il ne semble donc pas, jusqu'ici, que l'accroissement de l'enveloppe chez les Thécamoebiens soit chose directement observée. Mais Rhumbler tient cet accroissement pour certain, et, d'après lui, il s'opère, grâce à un ciment (*Kittsubstanz*), susceptible de se ramollir et de se redurcir au gré de l'animal, même après un temps assez long. Ainsi dans la *Difflugia bicuspidata* Rhumbler, le kyste dur, formé de pierres liées entre elles par ce ciment, doit nécessairement se ramollir pour laisser sortir plus tard l'animal ; de même la *Diffl. acuminata* perce son kyste et se bâtit une nouvelle coque avec les pierres même de ce kyste, ce qui ne serait possible qu'après ramollissement du ciment.

Il y a là, je crois, des faits positifs, et j'en ai parfois constaté de semblables, mais le fait d'un ramollissement possible de la substance cimentitielle n'est par lui-même aucunement une preuve d'un accroissement de l'enveloppe.

Quant à un ciment, ou « Kittsubstanz », il est hors de doute qu'il existe; Rhumbler cite le cas où des coquilles sont partiellement revêtues d'éléments étrangers beau-

coup trop gros pour pouvoir passer par la bouche ; il faut qu'ils aient été cimentés après coup. De mon côté j'ai observé beaucoup de cas de ce genre, par exemple des diatomées collées à la coque et plus longues que la coque elle-même, je pourrais aussi mentionner une petite Difflugia (*D. saxicola Pen*[d]), généralement recouverte de pierres en partie plus grosses que l'orifice de la coque, et qui a l'habitude, avant de s'enkyster, de se coller par la bouche à une large pierre plate, souvent plus grande que la coquille tout entière.

Rhumbler, n'ayant pas, comme nous l'avons vu, observé directement un accroissement de coquille, a fait des essais de régénération, ou de reconstitution des parties blessées; cette régénération serait alors à son avis une preuve indirecte d'une faculté d'accroissement de la coque entière. Verworn avait déjà tenté dans le temps sans succès les mêmes essais; les expériences de Rhumbler n'ont également donné que des résultats négatifs, mais il croit cependant cette faculté absolument inattaquable. Ayant en effet répandu des fragments de verre rouge dans de l'eau habitée par des rhizopodes, il a trouvé un jour une nouvelle coquille de *Lecquereusia spiralis* collée, et pour ainsi dire moulée à l'un de ces fragments.

Les quelques essais occasionnels que j'ai faits moi-même n'ont pas été plus heureux que ceux de Verworn et de Rhumbler; mais j'ai rencontré parfois des individus intéressants, p. e. une coquille de *Quadrula*, vide et parfaitement rigide, mais anormale : elle avait dû être rompue transversalement, le long d'une rangée de plaques, puis recimentée, mais sans que l'animal eût rejoint exactement les deux bouts; on aurait alors pu la comparer à

une colonne formée de deux pierres, et dont l'une aurait été légèrement déchaussée et portée de côté par un tremblement de terre.

En somme je serais porté, aussi bien que Rhumbler, à considérer comme certaine la faculté de régénération, ou plutôt de réparation des parties blessées. Mais de là à appliquer le fait à une croissance normale de la coque tout entière, il y a un pas immense que rien ne nous autorise à franchir.

Un autre argument est fourni à Rhumbler par la présence de matière cimentitielle à la bouche. On remarque, dit-il, fréquemment une substance collante à la bouche de la coquille ; le fait est prouvé par la coloration que prend cette bouche par l'effet des réactifs (*Lecquereusia spiralis*, etc.). De même chez les Nébélides les lèvres se colorent en brun par l'iode.

Cette remarque est parfaitement juste ; moi-même j'ai souvent observé des faits pareils (*Nebela*, *Heleopera*, etc.). Les bords buccaux, ou lèvres, sont presque toujours plus clairs et plus mous que le reste de l'enveloppe, et je les ai vus souvent se colorer par le carmin, l'hématoxiline, etc. J'irai même plus loin, en disant que dans quelques espèces ces lèvres peuvent être souples et membraneuses, jusqu'à finir en une sorte de pellicule qui permet à la bouche, tout en plaquant sur le plasma, de s'ouvrir ou de se fermer à volonté (*Heleopera*, *Hyalosphenia cuneata*, *Hyalosphenia punctata*).

Mais cette faculté de coloration de la coquille à la bouche plus qu'ailleurs, peut avoir une autre signification que celle ayant trait à des phénomènes de croissance ; je crois pour mon compte, que si cette région se colore, c'est qu'elle est pour ainsi dire vivante, sans qu'il y ait

nécessairement croissance ; en effet tandis que la coque presque dans son entier est morte, inerte et séparée du plasma par un espace que remplit le liquide ambiant, le col est presque toujours en contact avec ce plasma, et reste plus ou moins mou, ou en tout cas revêtu d'un verni de mucus.

De plus, dit Rhumbler, la lèvre dans certains individus est garnie de dents, ou bien les encoches entre ces dents peuvent être remplies, ce qui prouve un dépôt subséquent de matière ; chez les Nébélides les bords de la coque sont souvent recourbés, souvent droits ; il y aurait donc de ce fait un léger accroissement pour les uns ou pour les autres.

Ces faits sont également certains, mais il n'y faut, me semble-t-il, plutôt voir qu'un accroissement tout à fait local, et qui n'a pas de portée pour la coquille entière. Le bec des oiseaux grandit sans qu'on puisse en inférer qu'il y a croissance pour l'oiseau lui-même.

Il y a, dit encore Rhumbler, souvent un rapport très changeant suivant les individus entre la longueur du col et celle de l'enveloppe tout entière, donc le col au moins grandit. Mais personne n'a jamais constaté d'allongement du col dans un même individu, et ces variations se verront aussi bien, que l'on compare entre elles des coques jeunes ou des coques vieilles : il n'y a là sans doute que des différences originelles, déjà existantes au moment où la jeune coque se détache de l'ancienne[1].

[1] Dans le genre Cyphoderia cependant, il me semble qu'il se produit avec le temps une légère croissance du col, par apport de matière chitinoïde et peut-être même de petites plaques à la bouche, mais la coquille elle-même semble rester absolument rigide.

D'ailleurs, on pourrait citer bien des espèces chez lesquelles un allongement du cou semble impossible. Ainsi dans tous les *Euglypha* les écailles de la bouche sont dès l'origine dentelées, et différentes de celles du reste de la coque; s'il y avait croissance, il faudrait ou bien que la substance nouvelle se trouvât en avant des dents, ce qu'on ne voit jamais, ou bien qu'il y eût une intercalation derrière les écailles buccales, ce qui serait encore plus étonnant, car l'ordre et la belle symétrie des plaques de la coque en souffrirait certainement.

Dans un nombre assez considérable d'espèces également (*Assulina*, *Corythion*, *Campascus*, *Sphenoderia dentata*, etc.), la bouche est ornée de dents, de collerettes, de visières, ou d'appendices quelconques, qui étant toujours terminaux, exigeraient en tout cas pour le col un allongement intercalaire, lequel n'a jamais été observé. Chez une Difflugia (*D. bacillifera Penard*) j'ai toujours trouvé la coque formée entièrement de diatomées allongées, mais ornée à la bouche d'un anneau de globules siliceux extrêmement petits (diatomées ?); cet anneau est toujours simple et terminal, et la croissance ne s'est jamais faite sur les bords buccaux, car on y trouverait, ou plusieurs rangées de globules, ou un bourrelet en avant de ces globules.

Une preuve ultérieure de croissance est fournie à Rhumbler par certaines lacunes, ou espaces libres entre les pierres qui couvrent la coquille, et qui montreraient qu'à cet endroit les pierres se sont écartées, en même temps que l'espace intercalaire se garnissait de matière chitinoïde.

Mais il n'y a là que la constatation d'un fait très ordinaire: dans tous les Thécamoébiens on peut s'attendre à

trouver sur la coque des lacunes plus ou moins dessinées, et cela dès le moment de la formation de l'enveloppe. Ainsi dans un tout jeune *Centropyxis,* que je venais de voir se détacher de l'animal-mère, la coque présentait déjà, sauf la grande transparence, l'aspect habituel, mais il existait partout de larges espaces non recouverts d'écailles, où l'enveloppe primitive seule était visible. A cette occasion même, j'ai pu constater un fait intéressant, à savoir que la membrane jeune et incolore du Centropyxis est recouverte de ponctuations serrées et régulières, rappelant les jeunes coques de l'Arcella, avec laquelle Centropyxis acquiert par là une parenté assez rapprochée.

Enfin, dit Rhumbler, une dernière preuve, évidente, de l'accroissement de la coquille réside dans le fait que dans la nature on trouve pour une même espèce des différences de taille considérables d'un individu à un autre.

Il existe, cela est certain, souvent de grandes différences ; tous les auteurs en citent, et dans leurs diagnoses on voit fréquemment les longueurs indiquées varier comme 2 et 3, et quelquefois du simple au double.

Mais, en premier lieu, pourquoi ces différences, fussent-elles assez sensibles, seraient-elles nécessairement concomitantes d'une croissance ? Ne pourraient-elles pas être originelles, et prouver simplement une différence d'adulte à adulte ?

Puis, ces différences mêmes ne sont-elles pas plus apparentes que réelles ? Après m'être longtemps occupé de Rhizopodes et avoir vu passer sous mes yeux par milliers et milliers des coquilles appartenant à presque toutes les espèces connues, après avoir cru comme d'autres à des variations de taille très sensibles, je suis arrivé

à la conclusion qu'en somme la longueur de la coquille chez les Rhizopodes d'eau douce est relativement constante, et constitue un élément d'une réelle importance comme caractère spécifique.

Comment donc concilier ces vues avec les faits mêmes, qui nous montrent par-ci par-là des différences considérables d'un individu à un autre? C'est ce que les remarques suivantes pourront peut-être éclaircir.

1° Les chiffres indiqués par les auteurs vont de l'extrême à l'autre de l'échelle de grandeur, et les extrêmes sont des exceptions ; il est indubitable que dans chaque espèce on peut se trouver en présence d'un individu de taille exceptionnelle, cela chez les Rhizopodes comme chez les animaux supérieurs. On pourrait aussi bien dire que chez l'homme la taille de l'adulte varie entre 1 m. 20 et 2 m. 30, ce qui serait juste, mais en donnant une idée fausse de la taille humaine.

2° Il existe en général une très grande confusion dans la systématique : des formes parfaitement fixées, autonomes, des espèces véritables, étant grâce à une ressemblance générale dans laquelle on ne tient pas compte de la longueur, cataloguées sous un même nom spécifique. Le genre *Difflugia* surtout aurait besoin sous ce rapport d'une révision générale ; c'est ainsi que tout ce qui dans ce genre a une pointe en arrière est appelé *Difflugia acuminata*; ce qui est globuleux représente la *D. globulosa*, ce qui se trouve un peu allongé en même temps que renflé en arrière la *D. pyriformis*. Mais pour nous en tenir à ces trois espèces, il y a en réalité dans chacune un certain nombre de formes parfaitement autonomes. Pour le moment la revision en serait, il est vrai, prématurée, et ne

ferait, dans l'état actuel de nos connaissances, qu'obscurcir le sujet déjà assez compliqué [1].

3° Il est absolument hors de doute que quelques espèces, presque toujours appartenant au genre Difflugia, présentent un nombre considérable de formes différentes, peut-être un véritable polymorphisme, mais qui se renferme d'ailleurs dans de certaines limites ; le genre Difflugia tout entier rappelle involontairement les genres Rosa, Rubus, Hieracium des botanistes, où l'on trouve un certain nombre d'espèces bien déterminées avec une masse considérable de formes en apparence transitionnelles. C'est ainsi que l'on pourrait former une chaîne où l'on verrait intercalées *Centropyxis discoides*, *Centropyxis aculeata*, *Centropyxis ecornis*, *Difflugia contricta*, *Difflugia marsupialis*, et la seule chose qu'on puisse reconnaître clairement dans cette série, c'est qu'il y a là deux types distincts : le type Difflugia, et le type Centropyxis, qui se rapprocherait des Arcellas.

4° La taille des Rhizopodes testacés, si elle est assez constante dans une seule et même localité, est par contre très variable d'un lieu à un autre ; il se forme facilement des races ou variétés locales, où généralement la longueur

[1] Leidy, dans ses belles planches, a souvent rangé, j'en ai la conviction, sous une même dénomination bien des espèces différentes ; cependant il faut se garder de le blâmer, le terrain n'était pas prêt. Moi-même, en 1890, je m'étais cru pour ainsi dire obligé, pour appeler espèce ce qui devait en être une, de créer un assez grand nombre de noms nouveaux. Après une expérience plus mûrie, et après avoir revu un peu partout ces mêmes espèces, je n'ai pu que reconnaître leur autonomie (sauf pourtant peut-être pour *Difflugia bacillifera*, *Assulina scandinavica*, *Difflugia bicornis*) ; et cependant si la chose était à refaire, je montrerais beaucoup plus de prudence.

est l'élément principal de variation. Dans ces conditions il est clair que pour des comparaisons destinées à vérifier une croissance de la coquille, il faudrait de toute nécessité avoir des sujets provenant exclusivement d'une même localité.

Quoi qu'il en soit, Rhumbler a joint à son mémoire un petit tableau donnant les dimensions comparées de dix individus pris au hasard et appartenant à l'espèce *Difflugia spiralis* Ehrbg. (*Lecquereusia,* Schlumberger). Les chiffres, en micromillimètres, sont les suivants (je n'indique que les mesures de longueur, suffisantes dans le cas actuel):

84, 90, 114, 120, 123. 141, 150, 150, 162, 171.

On voit que ces chiffres varient du simple au double: si Rhumbler avait fait un choix, ou si encore les premiers et derniers termes seulement avaient été exceptionnels, il n'y aurait rien là de particulièrement curieux, car on rencontre toujours par-ci par-là des individus anormaux, géants ou nains. Mais Rhumbler nous dit bien qu'il a pris ses individus au hasard, et la taille est régulièrement progressive, ce qui me paraît curieux, car je n'ai jamais rien vu de semblable ; cette espèce, il est vrai, est assez variable, surtout d'une localité à l'autre, et peut-être Rhumbler a-t-il construit son échelle d'après des exemplaires pris un peu partout. D'autre part il faut remarquer que la *Diff. spiralis* Ehrbg. présente deux types toujours distincts[1], l'un à écailles très larges et trapues, avec une forme de coquille toute particulière, le col n'étant qu'un tube renflé à la base et posé droit sur la coque comme un

[1] *Archives des Sciences physiques et naturelles* de Genève, 1893.

robinet (var. *Epistomium Penard*), l'autre à écailles très étroites, et à col continuant la coquille comme pour un commencement de spirale (espèce type). Or ces deux types, qui vivent mêlés ensemble et m'ont même dans le temps fait croire à une sorte de dimorphisme que d'ailleurs rien ne m'a jamais prouvé, sont un peu différentes de taille, la Lecquereusia typique étant généralement plus grande que la var. Epistomium.

Je suis pour ma part persuadé que si Rhumbler avait choisi au hasard non pas dix, mais au moins vingt individus provenant d'une seule et même localité, il serait arrivé à des résultats différents. C'est du moins ce que me font croire mes propres essais, représentés par le tableau ci-contre. Il est utile peut-être de faire observer que ce tableau date de quelque temps, et se trouvait dans mes papiers lorsque j'ai eu connaissance des recherches de Rhumbler[1]. J'ajouterai que les chiffres cités dans mon tableau se rapportent, sauf pour *Euglypha alveolata*, pour chaque espèce à une seule et même étendue d'eau. Ces chiffres ne sont pas exprimés en micros, mais en centièmes de millimètre, car les calculs ont été faits d'après un procédé simplifié, qui ne me permettait de calculer qu'à cinq ou six micromillimètres près, d'ailleurs exact et donnant des résultats comparables entre eux, puisqu'il était le même pour toutes les espèces.

[1] Ayant passé tout le temps qui s'est écoulé entre 1892 et 1898 à l'étranger, sans m'occuper, sauf incidemment en temps de vacances, de travaux scientifiques, je n'ai que tout dernièrement eu entre les mains l'ouvrage de Rhumbler.

LONGUEURS COMPARÉES DE QUELQUES RHIZOPODES

1. *Arcella discoides* Ehrbg.	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	14	14	14									
2. *Campascus triqueter* Penard	9	9	10	10	10	10	10	11	11	11	11	11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	14	14
3. *Cyphoderia margaritacea* Sch.	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	13	13	13	13	14
4. *Id.* var. *major* Penard	17	18	18	18	19	19	19	19	19	20	20	20	21	21	21	21	22	22	22	22	22	23	23
5. *Difflugia acuminata* Ehrbg.	25	25	26	26	26	26	26	26	26	26	27	27	28	28	28	28	28	29					
6. *Difflugia elegans* Penard	7	7	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9	10	10			
7. *Difflugia pyrif.* var. *nodosa*	31	31	31	31	31	33	33	33	33	33	33	33											
8. *Euglypha alveolata* Duj.	7	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	10	11	11	12
9. *Gromia squamosa* Penard	10	11	12	14	15	16	17	19	20	23	25	25	30	31	36	42	45	50	50	50	55	71	100
10. *Hyalosphenia punctata* Penard	5	6	6	6	6	6	6	6	6	7	7	7	7	7	7	8	8	8	8	8	9	9	10
11. *Nebela crenulata* Penard	10	10	10	10	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	14	19
12. *Nebela carinata* Leidy	16	16	17	17	17	17	17	17	19	19	20	20	20										
13. *Trinema enchelys* Leidy	8	8	8	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9	9	9	10						

On voit d'après ce tableau que, d'une manière générale, les coquilles varient, mais dans la proportion où, chez les animaux supérieurs, les adultes varient entre eux;

s'il y avait un accroissement normal et régulier de la coque, on pourrait s'attendre pour chaque espèce à des différences allant de 10 à 100 comme pour la *Gromia squamosa*, dont je reparlerai tout à l'heure.

Il me faut du reste présenter quelques éclaircissements sans lesquels mon tableau risquerait de n'être pas compris dans le sens que j'indique.

On remarquera d'abord que, presque pour chaque espèce, les extrêmes sont représentés par un nombre très restreint d'individus, souvent par un seul, ce qui en fait en quelque sorte des cas exceptionnels; par exemple *Campascus triqueter*, sur 23 individus, deux 9 et deux 14, les dix-neuf autres coques variant entre 10 et 12[1]; *Cyphoderia margaritacea*, un seul 14, le reste variant entre 11 et 13, *Cyphod. margarit.* var *major*, un 17 et deux 23, la variation normale étant de 18 à 22; on pourrait croire, en considérant la *Cyph. margaritacea* des auteurs, que la taille varie de 11 à 23, mais en réalité il y a là, comme je l'ai montré dans le temps[2], deux variétés indépendantes, l'une allant de 10 à 12, l'autre de 18 à 22, avec par-ci par-là, une fois peut-être sur cent, un individu faisant transition. Dans la *Difflugia acuminata*, la variation est de 25 à 28, le n° 29 est unique; de même pour les n°s 5 et 10 de l'*Hyalosphenia punctata*. La variabilité dans cette dernière espèce est du reste rendue un peu forte par le fait que chez elle la coque est terminée à la bouche par une véritable membrane souple, soluble dans l'acide sulfurique, qui disparaît d'elle-même peu à peu sur les co-

[1] Ce Campascus vient, comme également les n°s 2 à 6, 9 et 10, du lac de Genève, où d'ailleurs il existe une seconde forme de Campascus, beaucoup plus petite et qui sera décrite, de même que la *Gromia squamosa*, dans un mémoire maintenant en préparation.

[2] *Archives des Sciences physiques et naturelles*, Août 1892.

ques mortes, et cela sur une longueur plus ou moins forte; c'est là un cas de croissance locale et terminale, qui peut influer sur les mesures prises d'une coque à l'autre. Quant à l'*Euglypha alveolata* citée dans ce tableau, elle provient de différentes localités, d'Amérique, d'Allemagne et de Genève; dans la règle elle varie de 8 à 11, et l'on voit que les nos 7 et 12 sont uniques. Leidy, il est vrai, en a vu de rares individus qui atteignaient 16, mais il faut remarquer que cette espèce est extrêmement polymorphe, ou plutôt renferme une quantité de formes sans doute autonomes, mais sur lesquelles on n'est pas encore au clair[1]. Dans la *Nebela crenulata* la taille est généralement de 10 à 12; cependant on voit un n° 14; quant au 19, c'était un individu monstre.

Enfin un cas exceptionnel est représenté par le n° 9 de mon tableau, par la *Gromia squamosa*, qui fait partie de la faune profonde du lac de Genève: cette espèce, à caractères de foraminifère et à pseudopodes anastomosables, si curieuse à divers titres, peut se rencontrer sous toutes les tailles dans les limites de 10 à 100 et plus, et cela dans une seule et même localité. Je serais donc porté à croire que nous avons dans la *Gromia squamosa* un exemple de rhizopode susceptible de croissance continue, et cet exemple, par cela même qu'il montre une exception, pourrait servir à prouver la règle. Mais l'exception n'est qu'apparente: en réalité la *Gromia squamosa* n'est pas un rhizopode à coque dure et continue, et la croissance devient alors explicable.

[1] La plus belle des Euglypha (E. aspera Penard), caractéristique de la faune profonde du lac de Genève, varie régulièrement de 17 à 19; c'est une forme absolument fixée, autonome, qui n'a plus rien affaire avec E. alveolata.

Il faut nous souvenir en effet que l'organisme des rhizopodes n'est pas en principe dépourvu de la capacité de développement ; les amibes grandissent, les rhizopodes à membrane à peine ébauchée, molle et souple, comme certains *Cochliopodium, Pamphagus, Lecythium,* semblent également se développer ; les héliozoaires, nus ou revêtus d'un cuirasse à éléments mobiles, grandissent continuellement ; autrement dit, le rhizopode croît avec son enveloppe, quand cette enveloppe est de nature à croître.

Or, après une étude attentive de la Gromia squamosa, je me suis convaincu que cette espèce posséde un revêtement comparable pour sa structure à celui des héliozoaires à cuirasse mobile. L'enveloppe, très épaisse, est en effet formée d'un véritable feutrage de petites écailles siliceuses, probablement des particules de boue ; ces particules sont alors couchées les unes sur les autres absolument comme les galets dans le lit d'une rivière, sans qu'il y ait cimentation par aucune substance dure. Il s'ensuit tout naturellement que les écailles peuvent, s'il le faut, jouer les unes sur les autres ; de là un développement possible de la taille, développement qui semble en effet être la règle pour cette espèce. J'ajouterai que chez les gros individus la membrane est dans la Gromia aussi épaisse, et souvent plus, que chez les petits ; le fait est alors facilement explicable par un apport continu de nouvelles particules siliceuses qui entreraient peu a peu dans la composition de l'enveloppe.

Pour terminer les remarques relatives au tableau dont je viens de parler, il est juste d'ajouter qu'en prenant certaines espèces choisies par exemple : *Difflugia pyriformis, Difflugia urceolata, arcula, lobostoma, constricta, Centropyxis aculeata,* surtout en les prenant dans des localités

différentes, on arriverait à des variations de taille bien autrement fortes ; mais, comme nous l'avons vu, ces espèces sont exceptionnelles et leur classement sera à refaire un jour.

Rhumbler, convaincu en principe de la croissance des coquilles, et après avoir donné ce qu'il pense être des preuves du fait, s'est occupé des moyens employés par l'animal pour réaliser cette croissance. Pour les espèces à écailles bien dessinées et régulièrement imbriquées, comme l'Euglypha, il se demande si dans l'individu jeune les écailles ne se recouvriraient pas plus que dans les coques âgées ; il pourrait se produire alors, avec ramollissements et durcissements alternatifs de la substance cimentitielle, de légers glissements de toutes les plaques les unes sur les autres, dont le résultat serait un accroissement du volume de la coquille.

J'ai examiné à ce point de vue, en 1889 déjà, plusieurs coques toutes jeunes d'Euglypha, et les résultats de mes recherches ont été plutôt négatifs ; je puis dire cependant que sur les coques toutes jeunes les formes elliptiques de chaque écaille sont plus faciles à distinguer que sur les coques âgées ; mais il m'a fallu pourtant arriver à la conclusion que l'apparence provient de ce que chez le jeune le ciment est très transparent et peu abondant ; plus tard il se loge en abondance entre les écailles, en cachant leurs bords, parfois formant une réticulation alvéolaire, et couvrant même toute la bouche d'un bourrelet épais (*Euglypha strigosa* Leidy).

Quant aux coques continues, dures et formées, dans une partie de leur épaisseur, de chitine, il fallait de toute nécessité recourir à une explication différente : « la chi-« tine en effet, d'après toutes les expériences, une fois

« déposée ne peut plus être dissoute par des influences « organiques. »

Rhumbler ayant trouvé une Centropyxis dont la coque avait été fendue, et dont la fente avait été plus tard comblée, déduit de son observation la théorie suivante : « la « masse cimentitielle protoplasmique est dissoute et pro- « bablement tendue par le gonflement du sarcode qu'elle « recouvre ; la substance chitineuse ne peut pas suivre la « tension, aussi se déchire-t-elle. » La fente ensuite se comble, par apport de ciment, et alors, par une suite périodique de fendillements et de comblements, la coque finit nécessairement par grandir.

La coque fendue et réparée que cite Rhumbler pourrait servir d'exemple illustrant des facultés de réparation. Mais les déductions générales qu'il tire sont purement hypothétiques, et contraires, il me semble, non seulement aux faits connus, mais à toute probabilité.

Partant cependant de ces déductions, Rhumbler nous donne des schémas de la croissance dans la *Centropyxis aculeata* : « La coque, dit-il, peu à peu se boursouffle et gonfle, d'abord en arrière, puis avec l'âge en avant, de sorte que la bouche, d'abord terminale chez les petites coques, finit par devenir presque centrale chez les grandes. »

Il est parfaitement vrai que dans le genre Centropyxis on trouve toutes les formes possibles, avec dôme aplati ou au contraire plus ou moins boursoufflé et élevé, avec bouche presque terminale ou parfois presque centrale ; mais tout cela ne provient pas de développement, et la coque jeune, en quittant l'ancienne, revêt déjà indifféremment l'une ou l'autre de ces formes.

En résumé il me semble que jusqu'ici nous manquons absolument d'observations sérieuses qui nous permettent

de regarder la croissance des coquilles chez les Thécamœbiens comme vraisemblable. Je ne voudrais cependant pas me montrer trop rigoureux dans mes appréciations : d'une manière générale, je ne refuserais par toute possibilité de variation à la coquille dure des Rhizopodes testacés, mais cette variation ne s'opérerait, j'en suis persuadé, que dans des proportions presque négligeables et cela seulement au moment où la coque est toute jeune et le substratum encore mou ; le fait ne pourrait pas alors être considéré comme un phénomène de croissance.

Je ne puis donc m'empêcher de considérer les conclusions de Rhumbler comme résultant d'un interprétation erronée des faits. Les observations qu'il a faites sont en tout cas insuffisantes pour l'édification d'une théorie qui après tout serait d'une assez grande importance, et qu'il est regrettable de voir si facilement adoptée dans le sens de Rhumbler par l'un des meilleurs traités de Zoologie générale qui aient été publiés jusqu'ici.

BULLETIN SCIENTIFIQUE

PHYSIQUE

KARL BREITFELD. UNTERSUCHUNGEN AN EINEM DREIPHASENTSROM TRANSFORMATOR. RECHERCHES SUR UN TRANSFORMATEUR DE COURANT TRIPHASÉ. Inaugural Dissertation zur Erlangung der Doktorwürde vorgelegt der Universität Zurich 1898.

Ce travail est en quelque sorte le complément de l'étude précédente. On y trouvera nombre de données expérimentales utiles sur la mesure des coefficients d'induction des différents noyaux d'un transformateur triphasé du second type ainsi que sur le fonctionnement même du transformateur. La compréhension du mémoire est d'ailleurs grandement facilitée par une série de courbes indiquant les diverses conditions de marche.

L'influence qu'exerce la forme de la fonction périodique représentant le moment magnétique sur la valeur des coefficients d'induction fait l'objet d'un chapitre fort intéressant. Il en est de même de la mesure du retard d'aimantation dans les diverses branches qui constituent le circuit magnétique du transformateur. Enfin un dernier chapitre montre clairement comment la courbe périodique représentant la tension aux bornes du transformateur se rapproche de la forme sinusoïdale à mesure que l'on augmente la charge du transformateur.

En résumé ce travail constitue une contribution théorique et expérimentale fort utile à l'étude du fonctionnement des transformateurs triphasés. Il montre une fois de plus combien la notion souvent trop vague de coefficient d'induction doit être minutieusement précisée dans chaque cas. C.-E. G.

CHIMIE

Revue des travaux faits en Suisse.

H. Pauly. Action du brome sur la triacétonamine (*Berichte*, XXXI, 668, Bâle.)

On obtient une bromotriacétonamine et un perbromure $C_9H_{18}NOBr_3$ qui chauffé à 80-90° perd HBr en se transformant en bromhydrate de triacétonamine et en bromhydrate de dibromotriacétonamine ; cette dernière base distillée rapidement par la vapeur d'eau se transforme en isomère.

R. Gnehm et L. Benda. Sur la tartrazine (*Liebigs Ann. Chem.* 299 p. 100, Zurich).

Le composé que les auteurs ont obtenu par l'action du dinitrobenzène sur la tartrazine et envisagé comme un acide dicarboné, a une constitution analogue à la tartrazine. L'action de la p. nitrophénylhydrazine en présence de HCl sur l'acide dioxytartrique fournit l'ozazone, corps qui peut éprouver deux sortes de déshydratation, l'une aux dépens d'un groupe NH et du carbonyle qui en est le plus éloigné pour donner une pyrazolone, l'autre aux dépens des deux carboxyles, ce qui donne un anhydride. Les recherches des auteurs montrent que l'anhydride acétique et le chlorure de benzoyle agissent comme déshydratants et qu'on peut obtenir deux anhydrides isomériques de l'ozazone l'un rouge, l'autre jaune orangé.

Alfred Werner. Sur la constitution des combinaisons inorganiques (*Zeits. anorg. Chem.* 15, p. 123, Zurich.)

Ce mémoire est consacré à établir la constitution des composés qui prennent naissance dans la réaction d'Anderson c'est-à-dire dans les transformations que subissent les chloroplatinates d'un certain nombre de bases organiques en perdant

successivement une puis deux molécules d'acide chlorhydrique. L'auteur démontre que les deux composés obtenus avec les chloroplatinates de pyridine sont construits sur le modèle des composés ammoniacaux du platine.

Eug. BAMBERGER, H. BUSDORF et H. SAND. SUR L'ACTION DES CARBURES NITROSÉS SUR L'ACIDE SULFURIQUE CONCENTRÉ. (*Berichte* XXXI, 1513, Zurich.)

Les auteurs ont étudié le corps qui se forme par l'action de l'acide sulfurique concentré à 0° sur le nitrosobenzène, il a la formule $C_{12}H_{10}N_2O_2$; c'est une p. nitrosodiphénylhydroxylamine. Les homologues du nitrosobenzène se comportent de même à condition que la position para soit libre; ils ont préparé la p. nitrosodi-o-tolylhydroxylamine et divers dérivés, la p. nitroso-di-o-dibromodiphénylhydroxylamine, l'o-bromonitrozobenzène, la p. aminodibromodiphénylamine et la paranitrophénylhydrazone de l'aldéhyde salicylique.

H. KUNZE-KRAUSE. RECHERCHES DANS LA SÉRIE CINNAMIQUE (*Berichte* XXXI, 1189, Lausanne.)

Ce sont des recherches sur les relations qui existent entre la fluorescence et la constitution chimique : elles ont porté sur le cumarol, le 4-oxycumarol, le 3.4 dioxycumarol, le 4.5 dioxycumarol le 4 oxy 5 méthoxycumarol, l'aldéhyde o-méthoxycovmarique, l'acide cinnamique, l'acide o-coovmarique, les acides caféique, pipérique, cafétannique et sur le pipérin.

Le pouvoir fluorescent s'accroît ou apparaît par fixation de chaînes latérales sur le noyau benzénique, il ne dépend pas du nombre des oxhydriles ou des méthoxyles, il ne dépend pas de la présence de la chaîne olidique; l'aniline et la quinoléine atténuent ou détruisent la fluorescence et dans certains cas on obtient des combinaisons cristallisées.

COMPTE RENDU DES SÉANCES

DE LA

SOCIETE DE PHYSIQUE ET D'HISTOIRE NATURELLE DE GENEVE

Séance du 5 janvier 1899.

Auriol. Sols agricoles du canton de Genève. — Thomas Tommasina. Variations de conductibilité dans les limailles métalliques.

M. Auriol rend compte de ses recherches concernant les *sols agricoles du canton de Genève.*

La recherche du calcaire est nécessaire parce que la proportion de celui-ci doit régler dans une certaine mesure, les fumures que l'on doit donner aux sols et permet de déduire des lois sur la composition chimique du sol.

M. Auriol a examiné premièrement les terrains ne renfermant pas trace de calcaire, secondement ceux qui en contiennent des quantités variables, dans les différentes formations géologiques; il a recherché en outre, dans le premier cas, s'il existe une corrélation entre l'absence de calcaire et la pauvreté du sol en certains éléments fertilisants.

Dans le second cas qui est celui des sols renfermant du carbonate, les recherches ont porté sur les formations dans lesquelles il était possible de trouver des quantités de calcaire pouvant être préjudiciables à la culture de la vigne américaine et dans l'affirmative, comment l'on pourrait distinguer la quantité de calcaire appelé «calcaire assimilable.»

Il ne s'agit donc pas tant de rechercher l'origine et la provenance de nos sols actuellement en place, soumis à la culture, mais plutôt de voir où l'on peut retrouver des sols de

formations chimiques de même nature, et cela, par la simple analyse du calcaire au point de vue de ses proportions absolues et de sa nature intime, car chaque formation a les mêmes caractéristiques minérales, c'est-à-dire que le calcaire un des constituants, et les deux éléments de richesse potasse et acide phosphorique, se retrouvent sensiblement dans les mêmes proportions en une même formation : il suffit donc de connaître l'un, en une même formation, pour connaître les deux autres.

La première formation importante dans notre région, est l'argile glaciaire; on en trouve une étude détaillée dans la géologie de Favre. S'en remettant aux conclusions formulées par les auteurs compétents et avant de posséder des documents irréfutables, M. Auriol pensait que la composition du diot, ainsi que le dit Risler, est très complète.

M. Auriol s'est demandé comment l'on pouvait classer les sols indiqués comme reposant sur le glaciaire et qu'il a trouvés cependant privés de calcaire et situés par exemple sur la rive droite du Rhône à Collex, Satigny, Prévessin, Céligny, Mategnin. Meyrin, etc.

L'analyse chimique de ces sols a invariablement montré qu'une terre qui manque de calcaire, contient moins de 1 °/₀₀ d'acide phosphorique. L'inverse était-il vrai ?

Les analyses faites par M. Auriol, celles qu'il a réunies d'autres auteurs, tendraient à le prouver.

Les mêmes extrêmes se retrouvent à Meinier et Jussy, c'est-à-dire que des terres pauvres en calcaire le sont en acide phosphorique avec moins de 1 °/₀₀.

D'autres terres contenant du carbonate de chaux ont plus de 1 °/₀₀ de P^2O^5. Quant à la teneur maxima en carbonate de chaux des argiles glaciaires ne reposant pas sur la molasse, on peut l'évaluer de 25 à 30 °/₀. La moyenne de nombreuses analyses faites sur la commune de Vandœuvres donne 5.5 °/₀ ce qui ne prouve pas en définitive, que ce terrain-là soit bien calcaire.

A Cologny à la surface, l'on rencontre 3 ou 4 °/₀ de calcaire puis au-dessous un banc de marne à 30 °/₀ et plus de calcaire; à Saconnex 32 °/₀ ; à Peissy 32 °/₀ ; à Evordes 31 °/₀ ; à

Bellevue 29 %. La formation glaciaire sur molasse est représentée sur ces coteaux où la quantité de calcaire atteint 40 à 44 %. Ce sont de vraies marnes dont la teneur en calcaire est nettement supérieure d'a peu près 10 % aux argiles calcaires.

La plus grande teneur en calcaire que l'on trouve dans le sous-sol, résulte d'une loi connue, mentionnée par Risler et vérifiée en plusieurs endroits : le calcaire dissout par l'eau chargée d'acide carbonique, se dépose dans les couches plus profondes du sol. Les sols drainés fraichement laissent passer des eaux contenant une assez forte proportion de chaux, ainsi qu'il l'a été constaté en particulier à Cologny sur des eaux de drainages.

La décalcification du sol est très marquée en certains endroits, dans les sols de prairies par exemple, à 0 % de calcaire alors que le sous-sol en contient des proportions suffisantes et parfois exagérées.

Dans les sols molassiques, la proportion de calcaire n'est jamais très élevée ; le taux en % de calcaire dans la molasse jaune est de 24 % ; les terres arables qui en dérivent en contiennent donc moins. Le calcaire s'y rencontre, en outre, sous une forme moins ténue, moins assimilable en langage agricole, partant inoffensive pour la vigne américaine.

On trouve également une relation entre les proportions d'acide phosphorique et de calcaire de ces terrains molassiques. Ils sont plus riches en acide phosphorique, et la proportion de 1 ‰ est toujours dépassée.

Mais cette molasse se trouve surmontée sur les versants, assez souvent par ces bancs déjà mentionnés de marne blanche, froide, pouvant contenir jusqu'à 44 % de carbonate de chaux.

La détermination du calcaire grossier et du calcaire fin au moyen de la lévigation permet de reconnaître si la terre est argilo-calcaire ou silico-calcaire. Dans le glaciaire on obtient une quantité de calcaire fin très supérieur à celle que l'on trouve dans la molasse.

M. Thomas Tommasina communique ses recherches *sur les*

variations de conductibilité électrique dans les limailles métalliques. Il montre d'abord les curieux phénomènes d'adhérences qui se produisent dans les limailles sous l'influence des courants, et qui ont fait l'objet d'une note, présentée le 12 décembre 1898 à l'Académie des sciences de Paris, et reproduite dans le numéro de janvier des *Archives*.

Il expose en outre quelques autres observations dont voici le résumé.

M. Tommasina au moyen d'un cohéreur de forme spéciale construit par lui, pouvant être immergé complètement dans du mercure, a pu constater, que, *les ondes électriques n'agissent pas directement sur la limaille, mais sur les conducteurs métalliques reliés à celle-ci, en circuit ouvert ou fermé.*

En se servant de conducteurs rectilignes isolés et très courts, il a observé qu'une seule étincelle ne suffisait plus, mais qu'il en fallait un certain nombre pour rétablir la conductibilité du cohéreur. De même, en intercalant dans le circuit un petit électro-aimant à armature oscillante réglable, il arrivait à la régler, de façon qu'une seule étincelle faisait à peine bouger l'armature, et qu'il en fallait cinq où six, et même plus, pour la redresser complètement. De cette observation et des précédentes avec des fils très courts, M. Tommasina croit pouvoir conclure, que : *la modification de conductibilité dans les limailles métalliques ne se produit pas immédiatement, mais par degrés, et que la rapidité de cette action, augmente entre certaines limites, avec la longueur des conducteurs métalliques reliés à la limaille.*

Dans ses expériences antérieures sur les cohéreurs, M. Tommasina avait souvent intercalé un téléphone, soit directement dans le circuit, soit par l'intermédiaire d'une petite bobine, et toujours il avait entendu le crépitement des étincelles invisibles, dans l'intérieur des tubes à limaille, pendant que se produisait l'augmentation de conductibilité. Pendant la formation des chaînettes de grains de limaille, il a entendu encore un bruit analogue; même, dans ses dernières expériences, en formant des chaînes dans des liquides diélectriques, tels que l'huile de vaseline et l'eau distillée, il l'entendait très nettement sans téléphone; mais dans cette

dernière disposition, il voyait aussi en plein jour et à l'œil nu les étincelles qui se produisaient chaque fois qu'un grain venait à former un nouvel anneau de la chaîne. Il en a observés aussi, le long de la chaîne et dans le petit tas de limaille, lorsqu'il se produisait des modifications ou des changements dans les contacts. En augmentant jusqu'à quatre le nombre des accumulateurs, ayant en circuit le simple secondaire d'une bobine de Rhumkorff, il est parvenu à produire la fusion stable des contacts, dans l'eau distillée, de façon que, lorsque la chaîne longue de 5 à 6 cent. se cassait, elle ne tombait pas en grains séparés, mais en morceaux, droits, rigides, de 10 à 12 millimètres de longueur. Ce phénomène de fusion des contacts a été discuté; admis par un certain nombre de savants, mis en doute par d'autres; entrevu dernièrement sous le microscope par M. Leo Arons, il est maintenant incontestablement démontré par cette dernière disposition expérimentale de M. Tommasina. Les limailles dont il s'est servi sont celles de laiton et de platine, très différentes par leurs températures de fusion, et limées dans l'intérieur même de l'eau distillée, pour éviter toute possibilité d'oxydation préalable. Les résultats ont été les mêmes dans les deux cas, sauf que les longueurs sont réduites d'un tiers pour le platine.

Séance du 19 janvier.

A. Rilliet. Rapport présidentiel annuel.

M. A. Rilliet, président sortant de charge, lit son rapport annuel sur l'exercice 1898. Il présente les biographies et rappelle les principaux travaux des membres de la Société décédés dans l'année, Ph. Plantamour et D. Monnier, membres ordinaires.

Séance du 2 février.

C. de Candolle. Feuilles peltées. — Emile Steinmann. Thermo-électricité de divers alliages. — Arnold Pictet. Développement aérien des ailes des Lépidoptères. — Eugène Pitard. Un cas de pilosisme très accentué.

M. C. de Candolle présente un travail sur les *feuilles pel-*

tées. A la suite de longues recherches bibliographiques il est arrivé à dresser un catalogue, qu'il croit à peu près complet, des plantes phanérogames pourvues de feuilles de cette catégorie dans laquelle il fait aussi rentrer celles en entonnoirs ou en ascidies des Sarraceniacées, Nepenthacées et autres végétaux analogues. Il a eu soin d'indiquer autant que possible, l'habitation de chaque espèce, sa manière de végéter, le dégré de peltation de ses feuilles, leur disposition sur la tige ainsi que la nature glabre ou pubescente de leur surface. Les principaux résultats de cette enquête sont les suivants :

1° Le catalogue en question ne comprend que 467 espèces nombre évidemment très faible en comparaison de celui de toutes les phanérogames actuellement décrites dont il existe au moins 110 000 espèces.

2° Parmi les 467 espèces du catalogue 91 seulement présentent une peltation sensiblement centrale ou en tout cas très large et encore ce nombre se réduit-il à 42, si l'on n'envisage que les feuilles peltées proprement dites à l'exclusion de celles en entonnoirs et en ascidies.

3° On ne connaît encore que deux plantes à feuilles composées dont les folioles soient peltées. L'une et l'autre appartiennent au genre Thalictrum. Ainsi les folioles de cette sorte sont encore énormément plus rares que les feuilles peltées.

4° La grande rareté de la peltation est d'autant plus surprenante que, d'une part, une foule de feuilles et de folioles ont une structure interne comportant la forme peltée de leur limbe et que, d'autre part, la production des ascidies tératologiques constitue un genre de monstruosité assez fréquent.

5° Dans les 467 espèces énumérées dans le catalogue, aucune n'a les feuilles verticillées et 18 seulement les ont opposées tandis que toutes les autres sont des plantes à feuilles alternes.

6° Il ressort de l'examen des diverses données consignées dans le catalogue que la peltation des feuilles n'est en corrélation ni avec la distribution géographique des plantes ni avec leur mode de végéter, ni avec leur structure florale. En revanche la peltation paraît être peu compatible avec la disposition opposée et encore moins avec la disposition verticillée des feuilles.

M. Emile Steinmann communique le résultat de ses recherches sur la *thermo-électricité de divers alliages* par rapport au plomb pur.

Il a étudié en tout 32 spécimens : 4 maillechorts, 3 bronzes d'aluminium, 6 bronzes télégraphiques, 5 laitons, 10 ferro-nickels, 4 platines iridiés, tous de composition chimique connue, en maintenant la soudure froide à 0° et en portant successivement la soudure chaude à 55°, 95°, 135°, 197° et 260°, dans la vapeur de différentes substances.

Il a employé la méthode d'opposition due à Poggendorff et modifiée par Du Bois-Reymond; le circuit principal comportait un accumulateur sur une résistance constante d'environ 13000 Ω; le circuit dérivé comprenait alternativement, outre un galvanomètre Thomson à faible résistance, un étalon Clark et le couple thermo-électrique étudié. Après chaque mesure, ce couple était mis hors circuit, et le circuit dérivé était fermé sur lui-même ; la déviation du galvanomètre donnait alors la mesure de la f.é.m. *parasite* (due aux différences de température et de métaux du circuit dérivé) qu'il fallait ajouter ou retrancher suivant le cas de la f.é.m. *brute* trouvée l'instant d'avant.

Les résultats sont consignés en 6 planches, — les températures en abscisses, les f.é.m. en ordonnées. — De l'examen des courbes, il résulte que pour certains groupes, les bronzes d'aluminium et les bronzes télégraphiques, les courbes des alliages sont toutes comprises entre celles des métaux composants ; que pour celui des laitons, elles sont toutes en dehors, et que pour les autres groupes, les courbes sont en partie comprises et en partie en dehors.

Pour de plus amples détails, nous renvoyons au mémoire qui sera publié dans les *Archives*.

M. Arnold Pictet mentionne de nouvelles expériences qu'il a faites sur le *développement aérien des ailes des Lépidoptères*.

M. Pictet a remarqué que les *décharges électriques* produites par une simple pile de Bunsen et une bobine de Ruhmkorff, et données à des chrysalides et des chenilles, amènent

des arrêts de développement dans la formation des ailes; le papillon avorte en éclosant, présentant ainsi des positions successives de celles-ci, qui peuvent être considérées comme des stades de développement. Il a opéré sur des Vanessa Io, et des Pieris Rapæ et a surtout remarqué que l'étincelle électrique renouvelée plusieurs fois et à intervalles réguliers, sur les fourreaux d'une chrysalide d'un âge avancé, c'est-à-dire dont les ailes sont déjà formées, brûle la membrane de la chrysalide à plusieurs endroits; que ces brûlures d'abord invisibles, apparaissent après deux ou trois jours, sous forme d'autant de petits points noirs, faciles à remarquer. Une fois le papillon éclos, on aperçoit sur les ailes supérieures des brûlures analogues, sur lesquelles les écailles ont disparu, soit que, sous l'effet de la décharge, elles n'aient pû se développer, soit qu'elles aient été brûlées. Ces taches laissent voir, là où elles sont, la membrane à nu; elles sont au moment de l'éclosion de la même grandeur que celles sur les fourreaux de la chrysalide; il n'y a donc rien d'étonnant de les voir s'agrandir quand l'aile s'étend à l'air libre. Mais, elles montrent que l'aile sous les fourreaux est plane, gonflée par le liquide sanguin et plus épaisse qu'après le développement.

En effet, si l'aile était plissée dans la chrysalide, ne se développant que par déploiement et non par extension dans tous les sens, on remarquerait pour chaque brûlure de la chrysalide, autant de brûlures qu'il y a de replis alaires. Ce qui n'est pas le cas, puisqu'elles sont en nombre égal. Il est vrai que les décharges n'étant pas assez fortes, n'auraient pû traverser que le replis supérieur de l'aile, laissant les autres indemnes. Dans ce cas, les taches ne seraient marquées que sur une seule partie de l'aile et seraient de la même grandeur que celles des fourreaux. Or, en réalité, elles sont disséminées sur toute sa surface, et en outre, M. Pictet a bien remarqué qu'elles s'agrandissent pendant le développement aérien; il croit pouvoir dire qu'elles deviennent 8 $^1/_2$ fois plus grandes que les taches correspondantes du fourreau de la chrysalide. C'est du reste le chiffre qu'il a indiqué comme proportion entre l'aile de la Vanessa Io toute développée et celle au moment de l'éclosion. On pourrait probablement ha-

bituer les chrysalides peu à peu et progressivement à recevoir des décharges beaucoup plus fortes, sans amener leur mort; mais il faut tenir compte que cette accoutumance devrait porter sur des chrysalides dont les ailes sont déjà formées, c'est-à-dire une dizaine de jours avant l'éclosion.

Quand les décharges, données comme précédemment, mais à des chrysalides, chez lesquelles les ailes ne sont pas encore en voie de formation, on obtient des avortons, ressemblant énormément à ceux obtenus précédemment. L'étude du développement de ces derniers tendrait à montrer que les deux membranes alaires ne suivent pas une marche semblable et parallèle pendant la durée de l'extension, mais qu'elles se rejoignent et ne deviennent superposables l'une sur l'autre, que vers la fin du développement.

Etudiant aussi certains plis accidentels qui se forment sur une aile de développement avancé, il ressortirait que l'allongement des nervures a lieu avant l'écartement. En effet, sur les avortons de cette catégorie on ne remarque pas les plis transversaux qui devraient disparaître par l'allongement des nervures, mais qui pourtant ont existé antérieurement, tandis que ceux qui disparaissent par l'écartement des nervures et qui sont longitudinaux, sont encore visibles; on peut les faire disparaître artificiellement en éloignant l'une de l'autre avec une aiguille emmanchée, deux nervures voisines.

Pour terminer, M. Pictet parle des avortons naturels que l'on rencontre dans la nature et qui, pour une raison ou pour une autre, possèdent des ailes atrophiées; ceux-là sont également utiles à étudier. Il montre comment il a pu étaler complètement et développer artificiellement une femelle de *Saturnia pavonia* qui avait mal éclos et avait les ailes atrophiées. Ce papillon présentait quelques soulèvements alaires, remplis de liquide sanguin qui ne pouvait se résorber entre les deux membranes de l'aile et qui formaient des dépressions considérables de celle-ci aux points où ils se trouvaient. En piquant ces soulèvements avec une aiguille et en en pompant le contenu avec le coin d'un mouchoir, on peut arriver à rendre les ailes complètement planes et à les étendre comme si le papillon était né normalement. M. Pictet pense

alors que le rôle de cet épanchement du liquide sanguin est d'agrandir les membranes alaires, et de faciliter le jeu des nervures.

M. Eugène PITARD fait une communication *sur un cas de pilosisme* très accentué, (hypertrichosis) dont est atteint un homme, visible en ce moment à Genève, dans une baraque de forain. Il présente à la Société des photographies représentant cet homme velu et les moulages de ses arcades dentaires Cette communication a été publiée dans les *Archives*, février 1899.

Séance du 16 février.

A. Brun. Propriétés optiques de l'acide urique, de l'oxalate de chaux et de la cystine. — Ed. Martin. Calcul de cystine. — P. Dutoit et Fréderich. Détermination de poids moléculaires par la méthode des ascensions capillaires. — E. Pitard. Angles auriculaires de 50 crânes valaisans. — Preudhomme de Borre. Sur la distribution géographique des espèces.

M. Albert BRUN communique les recherches qu'il a exécutées sur les *propriétés optiques de quelques substances.*

Acide urique. Cet acide purifié forme des cristaux en tables rectangulaires aplaties parallèlement au plan des axes optiques. Dans l'urine il donne des rhombes aplatis de même.

La direction de la grande diagonale du rhombe est négative.

Les indices principaux sont :

$$Ng = 1{,}75$$
$$Nm = \text{inconnu}$$
$$Np = 1{,}53$$
$$\text{Biréfringence} = 0{,}200$$

Pur, le corps est incolore. Mais cristallisé dans l'urine, ou dans une solution colorée de safranine de violet ou encore de jaune d'aniline il se dépose coloré. Il est alors fortement dichroïque de la teinte de la solution employée. Ng est toujours plus foncé que Np.

Oxalate de chaux. On a mesuré Ng et Np.

$$Ng = 1{,}60$$
$$Np = 1{,}53$$

Cystine. C'est grâce à l'obligeance de M. le D[r] Edouard Martin qui a fourni à M. Brun un calcul de ce corps extrait par lui de la vessie d'un enfant, qu'il a été possible d'étudier cette intéressante substance.

La cystine cristallise en tables hexagonales aplaties parallèlement à la base. Les cristaux sont à un axe optique négatif. La biréfringence est assez élevée. Le grand indice est l'ordinaire. Mesuré sur des petits cristaux bien nets il vaut

$$Ng = No = 1{,}683$$

L'erreur possible est de 0,002 pour le jaune moyen. L'indice n'atteint en tout cas pas 1,685.

M. le D[r] Ed. Martin présente un *calcul* extrait de la vessie d'un enfant de 3 $^1/_2$ ans, ainsi que la photographie aux rayons Rœntgen de ce calcul prise avant l'opération.

Ce calcul est remarquable parce qu'il est entièrement formé de cystine cristallisée. Son poids est, après élimination d'une croûte de pus et de phosphate ammoniaco-magnésien, de 19 grammes. La densité est de 1,57. Le volume de 11 cm. cubes.

Une coupe montre des couches concentriques d'accroissement successif. Au microscope on reconnaît les cristaux de cystine dont un grand nombre sont à section hexagonale. Les cristaux rayonnent de 2 centres de formation. La teinte du calcul, débarrasse par lavages du sang et du pus, est grise jaunâtre avec un éclat gras et cristallin tout à fait caractéristique. L'opération a présenté certaines particularités qui ont été présentées à la Société médicale.

C'est ce calcul qui a permis à M. Brun d'étudier les propriétés optiques et cristallographiques de la cystine.

Paul Dutoit et L. Friderich. *Déterminations de poids moléculaires par la méthode des ascensions capillaires.* — Nous

avons étudié les hauteurs d'ascensions capillaires et les densités à l'état liquide de corps pouvant être obtenus à un état de grande pureté. Ces déterminations, effectuées à différentes températures, ont eu pour but 1° de vérifier dans le cas de liquides à point d'ébullition élevé, l'exactitude de la loi de MM. Ramsay et Shields, 2° de rechercher de nouvelles séries de liquides polymérisés et d'en fixer les coefficients d'association. Les substances qui ont été étudiées ont été les suivantes : Hexane, n. xylène, mésitylène, durène, pentaméthylbenzène, naptaline, diphényle, diphénylméthane, diphényléthane, triphénylméthane, acénaphtène, acétonitrile, propionitrile, butyronitrile, capronitrile, p. tolunitrile, acétone, méthyléthylcétone, acétophénone, benzophénone, aniline, méthylaniline, diméthylaniline, éthylaniline, diéthylaniline, o. toluidine, p. toluidine, diphénylamine.

Il ressort de nos expériences que la dérivée de l'énergie superficielle moléculaire (k) augmente toujours, dans une même série homologue, avec la température d'ébullition du liquide. Dans la série des hydrocarbures substitués du benzène cette variation de la constante est faible ; tandis que dans la série des cétones et des nitriles, les termes supérieurs présentent des valeurs de K d'environ 15 °/₀ plus élevées que la valeur moyenne de 2.12.

La dérivée de l'énergie superficielle moléculaire varie également d'une série à l'autre, voici les valeurs moyennes obtenues pour des groupes de corps non polymérisés :

	K
Hydrocarbures substituées de benzène	2.15
Hydrocarbures (groupe de diphényle)	2.22
Anilines substitués	2.32

La précision des déterminations de poids moléculaires par la méthode des ascensions capillaires dépendant uniquement de la plus ou moins grande constance de K, on ne peut ainsi s'attendre à trouver des résultats très exacts. L'erreur commise atteint facilement 10 et 15 °/₀. Il serait peut-être possible d'obtenir une précision plus grande en admettant pour la constante des valeurs particulières dans chaque série.

Parmi les corps polymérisés que nous avons étudiés, les premiers termes des nitriles présentent des coefficients d'association considérables; ils conservent leur polymérisation jusqu'à la température d'ébullition. Les premiers termes des anilines sont également polymérisés aux basses températures, tandis que leur poids moléculaire devient normal à partir de 100°.

M. Eugène Pitard a étudié *les angles auriculaires dans une série de 50 crânes valaisans de la vallée du Rhône.* — Il présente une partie des résultats fournis par cette étude.

Tous les crânes qui figurent ici proviennent d'ossuaires existant dans les localités dont les noms sont mentionnés ci-dessous. Plusieurs de ces ossuaires contiennent des crânes fort anciens, notamment celui de Naters. Nous avons déjà indiqué, pour quelques-uns de ceux-ci, leur historique, dans diverses publications. *Etude de 114 crânes de la vallée du Rhône.* Rev. Ecole d'Anthrop. Paris, III. 1898.) *Etude de 59 crânes de la vallée du Rhône.* (Rev. Ecole d'Anthrop. Paris, V. 1898.)

Suivant la méthode ordinaire, M. Pitard a dessiné au stéréographe les projections de profil des crânes, puis tracé sur ces projections, qui sont parfaitement exactes, les angles auriculaires de Broca. Ces angles au nombre de 5 ont pour sommet commun le centre du trou auditif et pour côtés des lignes qui embrassent la face, la partie cérébrale du frontal, le pariétal, la partie supérieure et la partie inférieure de l'occipital.

Comme la valeur de ces angles est considérée comme très grande au point de vue morphologique, et que les crânes dont il est question ici proviennent de localités différentes, il est bon, pour les travaux qui auront comme objectif l'anthropologie détaillée du Valais, d'indiquer les résultats obtenus suivant les localités. Mais sans y insister trop cependant, le nombre de crânes examinés dans plusieurs de ces localités étant petit.

ANGLES AURICULAIRES

	facial	frontal	pariétal	occ.-cérébral	occ-cérébelleux
	°	°	°	°	°
Rarogne	53,1	55,1	52,	38,5	25.9
Sierre	49,1	52,7	59,5	37,5	28,5
Viège	51,5	48	55.3	38	37
Naters	52,4	50,8	56,5	35,9	32
Saxon	50,8	52,1	57,8	37	30

En étudiant ces angles auriculaires suivant l'indice céphalique, on constate ce qui va suivre. Les crânes étant sériés suivant la valeur de leur indice, j'ai pris les 10 brachycéphales les plus élevés et les 10 dolichocéphales (et mesaticéphales) les plus élevés.

ANGLES AURICULAIRES

	facial	frontal	pariétal	occ. cérébr.	occ.-cérébel.	occ.-total
	°	°	°	°	°	°
10 brachy.	46,4	50,7	56,8	37,1	33,2	70,4
10 dolicho.	47,9	53,5	61,1	35,6	29,2	64,8

D'après ce tableau les crânes dolichocéphales paraissent surtout développés dans la région frontale et pariétale. Ils le sont moins que les brachycéphales dans leur partie occipitale, aussi bien cérébrale que cérébelleuse.

Il était intéressant de séparer ces crânes, suivant leur sexe présumé et d'examiner ce que fournissent, à cet égard, les angles auriculaires. La question de la grandeur des principales régions du crâne chez l'homme et chez la femme a été étudiée en détail par notre maître M. Manouvrier qui a montré entre autres choses que le crâne féminin présente par rapport au crâne masculin, le type frontal; que le crâne féminin diffère du crâne masculin par un moindre développement pariétal ; que la partie occipitale du crâne est plutôt plus grande chez la femme que chez l'homme.

En totalisant d'une part tous les crânes considérés comme masculins et d'autre part tous les crânes considérés comme

féminins dans notre série de cinquante, voici les chiffres que nous avons obtenus :

	ANGLES AURICULAIRES				
	facial	frontal	pariétal	occ. cérébr.	occ. cérébelleux.
21 crânes ♂	51°,9	52°,2	55°,9	37°,4	31°,5
29 » ♀	49,3	50,8	56,2	37,7	29,2

La face, le segment frontal et le segment pariétal sont plus développés chez les hommes que chez les femmes ; il en est de même du segment occipital cérébelleux. Cela serait donc contraire aux résultats exprimés par M. Manouvrier. Mais il y aurait encore à établir les rapports de chaque angle à l'angle cérébral total = 100. Mais nous réservons ce travail pour une autre fois lorsque nous aurons multiplié nos observations.

Toutefois comme il s'agit de grandeurs absolues, nous avons relevé dans nos registres les courbes afférentes aux 50 crânes qui font l'objet de la présente communication ; les courbes horizontales seulement. Pour les crânes masculins d'un côté et pour les crânes féminins de l'autre, les chiffres (courbes moyennes) sont les suivants:

	COURBES			
	frontale	pariétale	occ. cérébr.	occ. cérébelleuse
21 crânes ♂	111.7	125	69.3	46.8
29 » ♀	107	119	68.5	45.9

Dans ce cas aussi comme dans celui des angles auriculaires les crânes considérés comme féminins présentent les segments du crâne moins développés que dans les crânes masculins.

Je ne me crois pas autorisé à émettre aucune conclusion, le nombre des crânes étudiés étant encore trop restreint.

M. Preudhomme de Borre annonce qu'un zoogéographe de Moscou, M. Carl Grevé, vient de publier dans le Tome LXX des *Nova Acta* de l'Académie Léop.-Carol. des Naturalistes,

une étude fort remarquable sur la distribution géographique des *Perissodactyla*, *Lamnunguia* et *Artiodactyla non ruminants*, groupes de Mammifères des plus intéressants, car ils constituent, parmi ceux de notre époque, comme une série d'épaves ou de témoins de types d'organisation qui, bien plus nombreux et plus complexes, ont eu leur summum de développement aux époques tertiaires.

Les *Equidæ*, *Rhinocerotidæ, Tapiridæ*, d'une part, les *Hyracidæ* ensuite, et enfin les *Hippopotamidæ* et *Suidæ*, sont successivement examinés au point de vue, et des affinités paléontologiques et de l'aire géographique actuelle. Cette dernière est figurée sur cinq belles cartes.

Naturellement ces cartes nous expriment l'extension actuelle reconnue, additionnée de données plus ou moins complètes, ou plus ou moins approximatives, sur l'extension ancienne, car beaucoup des espèces en question sont de celles qui diminuent de siècle en siècle et finiront sans doute par disparaître du globe devant les progrès de l'homme et de sa civilisation.

J'aurai à faire une remarque, ou plutôt une légère réserve relativement à la représentation graphique des aires des animaux ou des plantes, représentation qu'on ne saurait pourtant trop s'applaudir de voir devenir d'un usage de plus en plus général.

On sait combien d'obstacles la théorie de l'évolution a rencontrés dans le simple fait de l'accoutumance générale à considérer les espèces comme des entités immuables et pourvues de caractères immuables.

Qu'on se garde donc bien maintenant de s'habituer également, au vu des cartes, à considérer l'aire géographique comme quelque chose de *fixé*, comme autre chose que la constatation d'un état de choses actuel et temporaire, telle qu'elle résulte de l'observation. Je parlais tout à l'heure des espèces dont l'aire géographique va se rétrécissant rapidement jusqu'à ce que l'extinction de l'espèce soit complète. Il y a aussi des espèces qui gagnent du terrain, indépendamment de l'homme et aussi malgré l'homme. Tels les deux rats (*Mus rattus* et *Mus decumanus*) qui ne sont, comme on

sait, européens, l'un que depuis le commencement du moyen âge, l'autre depuis à peine deux siècles ; également le Hamster qui avance peu à peu, d'année en année, d'orient en occident.

Même des espèces qui semblent plus stables, je l'ai constaté pour certaines espèces d'insectes, ont leurs limites sujettes à des mouvements alternatifs d'expansion et de rétraction, très intéressants à étudier dans leurs causes, les unes biologiques et du domaine de la concurrence vitale surtout, les autres météorologiques.

Donc, quand nous dressons des cartes de zoogéographie, prions nos lecteurs de ne pas leur attribuer un caractère absolu qu'elles ne peuvent avoir, puisqu'elles ne sont que *la constatation d'un état de choses tout à fait temporaire ou transitoire.*

COMPTE RENDU DES SÉANCES

DE LA

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE GENÈVE

Séance du 12 janvier 1899.

F. Kehrmann et M. Woulfson. Composés de l'azonium dérivant du benzile. — F. Ullmann et E. Næf. Tolunaphtacridine. — A. Pictet et A. Steinmann. Oxydation de la strychnine. — H. Terrisse et G. Darier. Nouveau colorant du groupe de l'acridine.

M. F. Kehrmann expose les résultats de recherches qu'il a faites avec M. M. Woulfson sur la *constitution des composés de l'azonium dérivant du benzile.* Ces recherches ont conduit leurs auteurs à admettre que les sels d'azonium formés par la condensation du benzile avec l'*o*-aminodiphénylamine subissent, lorsqu'on veut mettre leur base en liberté au moyen d'un alcali, une transposition moléculaire que l'on peut représenter par les schémas suivants :

N
$C—C_6H_5$
$C—C_6H_5$ ⟶
N
Cl C_6H_5

N
$C—C_6H_5$
$C—C_6H_5$ ⟶
N
HO C_6H_5

N
$C—C_6H_5$
⟶ $COH—C_6H_5$
N
C_6H_5

Cette interprétation s'appuie sur le fait que la base en question, qui ne possède d'ailleurs pas les propriétés habituelles des bases d'azonium, fournit sous l'action de l'anhydride acétique un dérivé acétylé qui présente les plus grandes analogies avec le corps

N — $C—C_6H_5$ / $CH—C_6H_5$ — N — C_6H_5

que l'on obtient par condensation de l'*o*-aminodiphénylamine avec la benzoïne. Les deux substances sont converties en solution alcoolique par l'acide chlorhydrique en sels de couleur rouge-sang qui sont complètement dissociés par l'eau.

La base hydroxylée donne aussi un chlorhydrate rouge, mais cette couleur disparaît presque immédiatement. Il y a lieu d'admettre, dans ce cas, une nouvelle transposition moléculaire, inverse de la précédente, qui régénère le sel d'azonium primitif.

M. F. Ullmann a observé, en collaboration avec M. E. Næf, quelques modes de formation synthétique de la *paratolunaphtacridine.* Ce composé prend naissance :

1° Par fusion de la paratoluidine ou de son chlorhydrate avec le dioxydinaphtylméthane obtenu par condensation du β-naphtol avec l'aldéhyde formique. Il y a régénération d'une molécule de naphtol :

CH_2 OH HO + H_2N CH_3 + O

= CH N CH_3 + HO + $2\,H_2O$

2° Lorsqu'on chauffe un mélange de β-naphtol, de *p*-toluidine et de trioxyméthylène :

OH $+ H_2CO +$ H_2N CH_3 $+ O$

$=$ CH CH_3 $+ 3\,H_2O$
N

3° Par l'action du β-naphtol sur les différents produits de condensation que la *p*-toluidine fournit avec l'aldéhyde formique, par exemple sur l'anhydroformaldéhyde-*p*-toluidine :

OH $+$ CH_2 ‖ N— CH_3

$=$ CH CH_3 $+ H_2O$
N

4° Par fusion du β-naphtol avec la méthylène-p-toluidine :

OH $+$ CH_3 —$NH\text{-}CH_2\text{-}NH$— CH_3 $+ O$

$=$ CH CH_3 $+$ CH_3 NH_2 $+ 2H_2O$
N

La tolunaphtacridine obtenue par ces différents moyens fond à 158° et distille à 446° sous 730 mm. de pression. Ses sels sont jaunes et facilement solubles dans l'eau chaude ; ils présentent en solution très diluée une fluorescence vert-bleuâtre. Le picrate se dissout très difficilement dans l'alcool et dans l'acide acétique.

M. le prof. Amé Pictet a fait, avec M. A. Steinmann, des essais d'*oxydation de la strychnine*, afin d'obtenir si possible quelque nouvelle donnée sur la constitution encore si peu connue de cet alcaloïde. En se servant du permanganate de potassium en présence d'alcali et à basse température, les auteurs ont obtenu comme produit principal un acide monobasique que l'on doit considérer comme un acide indolcarbonique. La chaleur le décompose, en effet, en anhydride carbonique et *indol*. Ce résultat, en montrant que l'atome d'azote non basique de la strychnine fait partie d'un noyau d'indol, fournit un nouvel exemple de l'existence du groupement pyrrolique dans la molécule des alcaloïdes végétaux.

M. H. Terrisse rend compte de recherches qu'il a entreprises avec M. G. Darier pour arriver à une synthèse de la *phosphine* (diaminophénylacridine). En faisant réagir l'aldéhyde formique sur la *m*-toluylène-diamine, on obtient une base incolore qui possède probablement la formule :

$$\begin{matrix} CH_3 & & CH_2OH \\ NH_2 & & NH_2 \end{matrix}$$

15 gr. de ce corps sont dissous dans 80 gr. de *p*-toluidine ; on chauffe au bain-marie et on ajoute 16 gr. de chlorhydrate de *p*-toluidine. Au bout d'un quart d'heure, le mélange se prend en une masse solide ; on sursature alors par un alcali et l'on entraîne l'excès de toluidine par les vapeurs d'eau. Il reste un corps jaune, insoluble dans les dissolvants orga-

niques, soluble dans les acides. Sa formule probable est la suivante :

CH_3 — CH_2 — CH_3
NH_2 NH_2 NH_2

Chauffé de nouveau avec un mélange de *p*-toluidine et de son chlorhydrate, ce composé se transforme en un colorant jaune, cristallisant dans l'alcool ou dans le benzène en aiguilles fusibles à 245° et possédant la fluorescence verte caractéristique des dérivés de l'acridine. Il constitue l'*amino-diméthylacridine*

CH_3 CH_3
NH_2
N

En éliminant le groupe NH_2 on obtient, en effet, la di-*p*-méthylacridine déjà connue.

Ce nouveau colorant pourra être utilisé avec avantage dans la teinture des cuirs.

Séance du 9 février.

A. Bach. Formaldoxime. — P. Dutoit et W. Habel. Dissociation des sels dans l'acétone. — F. Ullmann, D. Kohan et R. Osmalowsky. Synthèses dans le groupe du carbazol. — F. Reverdin et F. Düring. Dérivés des phénétidines. — C. Græbe et Keller. Dérivés de la benzophénone.

M. A. Bach présente quelques nouvelles observations sur la *formaldoxime*. Lorsqu'on fait agir une solution à 40 % d'aldéhyde formique sur une quantité équivalante de chlorhydrate d'hydroxylamine et qu'on abandonne la solution filtrée dans le vide d'un dessiccateur garni d'acide sulfurique et de potasse solide, le liquide laisse déposer au bout d'un certain temps de fines aiguilles qui, recristallisées dans l'alcool méthylique chaud, se présentent sous la forme de prismes durs. L'analyse a montré que ce corps est le chlorhydrate de trioximidométhylène $(CH = NOH)_3HCl$. Le même corps s'obtient en broyant ensemble des quantités équimo-

léculaires de trioxyméthylène et de chlorhydrate d'hydroxylamine et en faisant recristalliser le produit dans l'alcool méthylique chaud. MM. Dunstan et Bossi l'ont aussi préparé dernièrement en traitant par le gaz chlorhydrique une solution éthérée de formaldoxime et en faisant cristalliser le produit dans l'alcool méthylique additionné graduellement d'éther.

Le chlorhydrate de trioximidométhylène, de même que la formaldoxime libre, possède la remarquable propriété de donner avec une solution *très étendue* de sulfate de cuivre, et en présence de potasse caustique, une coloration violette très intense. Cette réaction, qui est extrêmement sensible, peut être employée avec avantage pour déceler la présence de très petites quantités de cuivre.

Voici comment il convient de procéder :

On prépare le réactif en mélangeant des quantités équimoléculaires d'une solution à 20 % d'aldéhyde formique et de chlorhydrate d'hydroxylamine. La solution ainsi obtenue paraît se conserver indéfiniment.

Pour la recherche du cuivre dans une solution, on traite 15 cc. de celle-ci par un demi-centimètre cube de la solution de formaldoxime et un demi-centimètre cube d'une solution à 15 % de potasse caustique. En présence d'un sel de cuivre, il se produit une coloration violette plus ou moins intense. Dans une solution ne renfermant qu'une partie de sulfate de cuivre pour 1.000.000 p. d'eau, la coloration violette est encore parfaitement perceptible. Avant de procéder à la recherche du cuivre, il convient d'éliminer les métaux du groupe du fer.

Quant à sa nature, cette réaction est analogue à la *réaction du biuret*. Toutefois, elle en diffère par la nuance de la coloration violette, qui tire sur le noir, et par sa grande sensibilité. Comme le biuret, la formaldoxime donne aussi avec le sulfate de nickel et la potasse caustique une coloration jaune-orangé. Mais ici comme pour le cuivre, la nuance est plus foncée et la réaction beaucoup plus sensible. Elle pourrait même être utilisée pour la recherche du nickel.

M. Bach ajoute que le produit obtenu en faisant agir une

solution à 40 % d'aldéhyde formique sur le cyanure de potassium en poudre, donne d'une manière très prononcée la réaction caractéristique du biuret.

Etant donné l'étroit rapport qui existe entre la formaldoxime et l'acide cyanhydrique, ce fait tend aussi à faire ressortir la similitude des deux réactions.

M. P. Dutoit a poursuivi, en collaboration avec M. W. Habel, ses recherches sur la *dissociation des sels dans l'acétone*[1]. L'étude des réactions qui se passent dans ce dissolvant montre un parallélisme remarquable entre la conductibilité électrolytique des solutions et l'aptitude qu'ont les corps dissous à entrer en réaction. Ainsi les acides solubles dans l'acétone qui conduisent l'électricité sont précipités par l'addition d'une solution saline, tandis que les acides non dissociés ne réagissent pas. Un grand nombre d'exemples confirment cette conséquence de la théorie de la dissociation.

L'étude des phénomènes de solubilité conduit aussi à admettre, dans les solutions acétoniques, la présence d'ions libres. On sait qu'il n'en est pas de même avec les données fournies par l'ébullioscopie.

M. F. Ullmann communique quelques nouvelles *synthèses dans le groupe du carbazol*, qu'il a effectuées avec MM. D. Kohan et R. Osmalowsky.

M. F. Reverdin a préparé, avec la collaboration de M. F. Düring, un certain nombre de *dérivés chlorés, bromés et nitrés des phénétidines*, dans le but de déterminer l'influence que la position du groupe diazotable NH_2 par rapport aux substituants NO_2, Cl, Br, exerce sur la nuance des colorants azoïques. Il est résulté, entre autres, de ces recherches que, si l'on compare les teintures obtenues au moyen des dérivés diazoïques des diverses *chlorophénétidines* par développement sur le coton préparé au β-naphtol, on constate que la base $C_6H_3 . OC_2H_5 . NH_2 . Cl$ (1, 2, 4) fournit la nuance la plus vio-

[1] *Archives* (4) **6**. 193.

lette ; viennent ensuite les bases (1, 4, 2) et enfin (1, 5, 2) et (1, 5, 4) qui donnent la nuance la plus orangée. On remarque que la dernière de ces bases est celle dans laquelle l'atome de chlore se trouve le plus rapproché du groupe NH_2. L'*o*-phénétidine elle-même donnant une nuance plus violette que son dérivé chloré en *para* relativement à l'éthoxyle, lequel fournit encore un rouge un peu violet, il semble que l'introduction du chlore modifie la nuance déterminée par le groupe diazotable NH_2 seul, et cela d'autant plus profondément qu'il se trouve dans son voisinage le plus immédiat.

En préparant les dérivés bromés des phénétidines, les auteurs ont constaté une *migration de l'atome de brome* dans la nitration du *p*-bromophénétol. Ils ont, en effet, retiré du produit de la réaction, non seulement le dérivé $C_6H_3.OC_2H_5.NO_2.Br$ (1, 2, 4), mais aussi son isomère (1, 4, 2), ainsi que les dérivés $C_6H_2.OH\,(NO_2)_2\,Br$ (1, 2, 4, 6) et $C_6H_2.OC_2H_5.(Br)_3$ (1, 2, 4, 6). Une semblable migration de l'atome de brome n'ayant pas été constatée autrefois dans la nitration du *p*-bromanisol[1], MM. Reverdin et Düring ont tenu à vérifier de nouveau la chose et ils ont soumis les produits secondaires de la nitration du *p*-bromanisol à un examen minutieux. Ils n'ont pas pu isoler le dérivé $C_6H_3.OCH_3NO_2.Br$ (1, 4, 2), mais ils ont trouvé en revanche, à côté du produit principal (1, 2, 4), les dérivés *o*-bromés suivants : $C_6H_2OH\,(NO_2)_2Br$ (1, 2, 4, 6), $C_6H_3OCH_3(Br)_2$ (1, 2, 4) et $C_6H_2.OCH_3(Br)_3$ (1, 2, 4, 6). Il résulte donc de cette nouvelle étude que, si la migration du brome dans la nitration du *p*-bromanisol est beaucoup moins facile que dans celle du *p*-bromophénétol, elle a cependant lieu dans une certaine mesure, contrairement à ce qui avait été communiqué précédemment, puisque l'on retrouve parmi les produits secondaires des dérivés *o*-bromés.

M. le prof. Græbe avait indiqué dans une précédente séance[2] que les *oxybenzophénones* qui possèdent au moins un hydroxyle dans la position *ortho*, forment facilement des

[1] *Archives* (4) **2**. 557 et **3**. 92.
[2] *Archives* (4) **5**. 291.

dérivés phénylíminés lorsqu'on les chauffe avec de l'aniline, tandis que les *p*-oxybenzophénones ne réagissent pas de la même manière. Il a poursuivi avec M. KELLER ses recherches à ce sujet.

La *m*-oxybenzophénone se comporte comme l'isomère *para*.

L'*o*-méthoxybenzophénone fournit avec l'aniline le composé

$$\begin{matrix} C_6H_4 \left\langle \begin{matrix} OCH_3 \\ C = NC_6H_5 \end{matrix} \right. \\ C_6H_5 \end{matrix}$$

Des trois chlorobenzophénones, l'isomère *ortho* seul se condense directement en donnant

$$\left. \begin{matrix} C_6H_4Cl \\ C_6H_5 \end{matrix} \right\rangle C = NC_6H_5$$

Tous ces composés sont jaunes ; ce fait confirme l'auteur dans l'opinion qu'il avait émise[1] au sujet de la constitution des auramines.

A. P.

[1] *Archives* (4) **7**. 87.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

PENDANT LE MOIS DE

FÉVRIER 1899

Le 1er, brouillard enveloppant pendant tout le jour.
2, brouillard depuis le matin à 1 h. du soir et depuis 9 h. du soir.
3, brouillard à 7 h. du matin; forte bise de 10 h. du matin à 1 h. du soir et à 9 h. du soir.
5, neige de 8 h. à 10 h. du matin; hauteur : 2cm,0; léger brouillard bas à 7 h. du soir.
6, brouillard enveloppant à 10 h. du matin; pluie depuis 9 h. du soir.
7, brouillard enveloppant bas à 7 h. du matin.
8, pluie dans la nuit; léger brouillard à 9 h. du soir.
9, fort vent à 10 h. du matin.
10, légère gelée blanche le matin; forte rosée à 9 h. du soir.
11, forte gelée blanche le matin; brume à 10 h. du matin.
12, fort vent à 7 h. et à 10 h. du matin; très fort vent à 1 h. et à 4 h. du soir; pluie de 8 h. 15 m. à 10 h. du matin; tonnerres à 4 h. 25 m. le soir au NW.
13, fort vent à 1 h. du soir.
14, léger halo lunaire à 7 h. du soir.
16, légère gelée blanche le matin; très fort vent à 10 h. du matin et à 1 h. du soir; légère couronne lunaire à 10 h. du soir.
17, gelée blanche le matin; couronne lunaire à 7 h. du soir; rosée à 10 h. du soir.
18, très forte gelée blanche le matin; rosée le soir.
19, très forte gelée blanche le matin; brouillard enveloppant jusqu'à 10 h. du matin; couronne lunaire à 7 h. du soir; rosée à 10 h. du soir.
20, très forte gelée blanche le matin; rosée à 10 h. du soir.
21, très forte gelée blanche le matin; très forte bise depuis 4 h. du soir.
22, forte bise à 7 h. du matin; très faible gelée blanche à 10 h. du soir.
23, très forte gelée blanche le matin; forte bise à 4 h. du soir; brillante étoile filante à 7 h. 4 m. dans la constellation des Gémeaux.
24, forte gelée blanche le matin; forte bise de 1 h. à 7 h. du soir.
25, gelée blanche le matin; forte bise de 7 h. à 9 h. du soir.
26, gelée blanche le matin.
27, gelée blanche le matin.
28, forte gelée blanche le matin et brouillard enveloppant bas.

Hauteur totale de la neige : 2cm,0.
Elle a recouvert le sol jusqu'au 7 février.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique observées au barographe.

MAXIMUM.	mm	MINIMUM.	mm
Le 2 à minuit	712,38	Le 1er à 4 h. soir	712,60
4 à 11 h. soir	728,20	2 à 4 h. soir	709,04
6 à 11 h. soir	724,52	10 à 5 h. soir	728,13
10 à 8 h matin	730,18	13 à 4 h. soir	722,25
14 à 11 h. soir	724,35	16 à 4 h. soir	728,08
22 à midi	732,37	17 à 4 h. soir	725,03
25 à 11 h. soir	730,51	22 à minuit	730,57
28 à 10 h. matin	740,23	24 à 5 h. soir	728,52
		28 à minuit	738,61

Résultats des observations pluviométriques faites dans le canton de Genève.

Observ. MM	CÉLIGNY Ch. Pesson	SATIGNY P. Pelletier	ATHENAZ J.-J. Decor	COMPESIÈRES Pellegrin	OBSERVAT.	COLOGNY R. Gautier	JUSSY M. Micheli
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Total...	16.6	11.5	0.0(?)	6.5	10.1	10.6	10.5

Durée totale de l'insolation à Jussy : 146h 50m

Nota. — Il faut ajouter à la pluie de Jussy du mois de janvier : 13mm,0, tombés dans la nuit du 31 janvier au 1er février. Le total est ainsi : 103mm,5.

GENÈVE. — FÉVRIER 1899

Jours du mois	Baromètre: Hauteur moy. des 24 h.	Baromètre: Écart avec la hauteur normale	Baromètre: Minim. observé au barogr.	Baromètre: Maxim. observé au barogr.	Température C.: Moyenne des 24 heures	Température C.: Écart avec la temp. normale	Température C.: Minim.	Température C.: Maxim.	Fract. de saturation en millièm.: Moy. des 24 h.	Fract. de saturation: Écart avec la fraction norm.	Fract. de saturation: Minim.	Fract. de saturation: Maxim.	Pluie ou neige: Eau tomb. d. les 24 h.	Pluie ou neige: Nombre d'h.	Vent dominant	Chemin parcouru par le vent. Km. par heure	Nébulosité moyenne	Insolation. Dur. en heures	Temp. du Rhône: Midi	Temp. du Rhône: Écart avec la temp. normale	Limnimètre à 11 h.
	mm.	mm.	mm.	mm.	°	°	°	°					mm.					h.	+ °	°	cm.
1	712.95	−14.50	712.60	713.69	−3.41	−3.86	−5.6	−0.3	992	+147	960	1000	...	..	calme	1.9	1.00	0.0	5.1	+0.3	129.6
2	710.20	−17.21	709.04	712.38	−2.65	−3.16	−5.0	−0.5	944	+101	900	1000	...	..	calme	1.9	1.00	0.0	5.0	+0.2	131.0
3	716.71	−10.65	710.90	723.21	−0.90	−1.48	−3.0	+0.9	840	−2	670	950	...	..	NNE. 1	13.0	0.82	0.3	5.1	+0.3	131.0
4	726.69	−0.62	723.86	728.20	−3.81	−4.46	−7.5	0.0	860	+20	760	950	...	..	NNE. 1	6.3	0.52	5.2	4.8	+0.0	131.0
5	725.38	−1.88	723.58	727.75	−1.46	−2.18	−8.7	+6.1	869	+30	740	960	2.3	3	var.	2.1	0.50	4.3	...	.....	126.0
6	722.83	−4.38	722.08	724.52	+0.36	−0.44	−4.2	+4.9	899	+62	790	1000	1.2	3	calme	1.7	1.00	0.0	4.9	+0.1	126.5
7	725.07	−2.09	724.60	725.58	+4.99	+4.12	+0.5	+9.7	846	+11	670	960	...	..	SSW. 1	5.4	0.98	0.4	5.0	+0.2	126.0
8	725.83	−1.28	724.90	727.11	+8.43	+7.48	+5.8	+14.3	818	−16	640	940	6.0	6	var.	3.3	0.83	3.3	5.2	+0.3	128.7
9	727.26	+0.21	725.14	729.45	+11.71	+10.68	+7.8	+15.5	644	−188	500	800	...	..	SSW. 1	10.0	0.97	0.0	5.8	+0.9	131.2
10	729.39	+2.39	728.13	730.18	+8.87	+7.76	+2.5	+20.1	692	−138	410	890	...	..	var.	2.3	0.12	8.7	6.2	+0.3	127.0
11	726.08	−0.86	723.07	728.88	+7.91	+6.71	+1.5	+16.3	694	−134	490	910	...	..	SSW. 1	5.6	0.52	6.9	5.8	+0.9	127.7
12	725.26	−1.62	722.01	728.84	+10.49	+9.21	+6.7	+13.0	630	−196	510	750	0.6	2	SSW. 2	20.3	0.80	2.0	...	.....	127.0
13	724.55	−2.27	722.25	728.09	+10.55	+9.18	+5.3	+18.4	490	−334	260	660	...	..	SSW. 1	8.3	0.73	7.3	6.0	+1.1	128.5
14	723.52	−3.24	722.44	724.35	+8.33	+6.87	+4.1	+10.9	599	−223	480	890	...	..	N. 1	7.3	0.95	0.0	6.0	+1.0	133.5
15	726.99	+0.29	724.39	728.55	+6.91	+5.36	+3.0	+15.7	725	−95	470	880	...	..	var.	3.1	0.33	5.6	6.1	+1.1	127.3
16	728.70	+2.06	728.08	729.25	+9.79	+8.15	+3.1	+17.1	687	−131	470	850	...	..	SSW. 1	10.9	0.10	8.2	6.1	+1.1	129.0
17	727.10	+0.52	725.03	728.75	+7.02	+5.28	+4.3	+13.4	790	−26	600	930	...	..	var.	3.3	0.32	8.4	6.2	+1.2	128.7
18	729.14	+2.62	727.59	730.95	+5.55	+3.72	+0.6	+10.6	846	+32	690	960	...	..	N. 1	2.9	0.20	9.1	6.2	+1.1	127.0
19	730.42	+3.96	729.51	730.98	+5.00	+3.07	−0.4	+15.2	803	−9	470	1000	...	..	N. 1	2.1	0.40	8.5	...	.....	126.0
20	730.20	+3.81	729.19	730.91	+4.40	+2.37	−0.5	+9.6	831	+21	640	970	...	..	var.	2.7	0.02	8.6	6.0	+0.9	125.0
21	730.42	+4.09	729.98	731.11	+3.70	+1.57	−0.3	+8.4	772	−35	530	950	...	..	NNE. 2	15.5	0.50	6.9	6.0	+0.9	126.6
22	731.34	+5.07	730.57	732.37	+2.60	+0.37	−0.8	+5.1	713	−92	620	880	...	..	NE. 2	13.8	0.48	3.6	6.0	+0.8	122.5
23	730.45	+4.25	729.40	731.40	+2.56	+0.23	−2.6	+8.5	695	−108	430	930	...	..	NE. 1	4.4	0.02	8.3	5.8	+0.6	124.5
24	730.22	+4.08	728.52	731.30	+3.68	+1.24	−1.5	+9.5	587	−213	270	880	...	..	NNE. 2	14.6	0.00	9.2	6.2	+1.0	116.2
25	729.80	+3.72	729.16	730.51	+0.89	−1.65	−1.5	+4.2	691	−107	570	810	...	..	NNE. 1	12.5	0.10	7.0	6.2	+0.9	113.5
26	731.64	+5.63	730.81	732.50	−0.01	−2.66	−4.6	+4.5	713	−83	380	940	...	..	var.	6.3	0.00	8.8	...	.....	114.0
27	735.13	+9.18	732.50	738.40	−0.46	−3.22	−5.7	+5.2	745	−48	340	950	...	..	N. 1	4.6	0.00	9.0	5.8	+0.5	106.7
28	739.37	+13.48	738.61	740.23	+0.89	−1.98	−5.4	+8.4	704	−87	430	940	...	..	N. 1	2.7	0.12	8.4	5.8	+0.4	107.9
Mois	726.88	+0.04			+4.00	+2.40			754	−65						6.74	0.48		5.72	+0.76	124.63

MOYENNES DU MOIS DE FÉVRIER 1899

Baromètre.

	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	721,63	721,62	721,89	722,71	722,42	722,11	722,49	722,98
2e »	727,50	727,30	727,40	727,70	726,87	726,31	726,99	727,51
3e »	731,99	732,09	732,46	732,78	732,34	731,77	732,19	732,76
Mois	726,69	726,64	726,88	727,37	726,83	726,37	726,87	727,39

Température.

	o	o	o	o	o	o	o	o
1re déc.	+ 0,57	— 0,16	— 0,26	+ 1,82	+ 5,61	+ 4,91	+ 3,24	+ 1,97
2e »	+ 5,73	+ 4,44	+ 3,54	+ 8,32	+ 11,65	+ 11,48	+ 9,15	+ 6,45
3e »	— 0,09	— 1,37	— 2,18	+ 2,01	+ 4,60	+ 5,90	+ 3,92	+ 1,04
Mois	+ 2,22	+ 1,14	+ 0,55	+ 4,20	+ 7,48	+ 7,54	+ 5,55	+ 3,30

Fraction de saturation en millièmes.

1re décade	890	896	894	877	743	755	820	848
2e »	792	804	835	696	565	554	650	780
3e »	805	850	882	724	614	462	544	799
Mois	831	850	870	769	642	600	680	792

	Therm. min.	Therm. max.	Temp. du Rhône.	Nébulosité moyenne.	Insolation. Durée en heures.	Chemin parcouru p. le vent.	Eau de pluie ou de neige.	Limnimètre
	o	o	o		h.	kil. p. h.	mm	cm
1re déc.	— 1,74	+ 7,07	+ 5,23	0,77	22,2	4,79	9,5	128,80
2e »	+ 2,47	+ 14,02	+ 6,05	0,44	64,5	6,65	0,6	126,97
3e »	— 2,80	+ 6,72	+ 5,97	0,15	61,2	9,30	...	116,49
Mois	— 0,18	+ 9,45	+ 5,72	0,48	147,9	6,74	10,1	124,63

Dans ce mois l'air a été calme 47,6 fois sur 100.

Le rapport des vents du NNE. à ceux du SSW. a été celui de 1,88 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 10°,6 E. et son intensité est égale à 16,0 sur 100.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU GRAND SAINT-BERNARD

pendant

LE MOIS DE FÉVRIER 1899.

Le 2, forte bise à 10 h. du soir.

3, brouillard à 7 h. du matin et depuis 7 h. du soir; neige à 1 h. et à 4 h. du soir; forte bise à 10 h. du soir.

5, neige à 10 h. du matin.

8, neige à 8 h. du matin.

12, brouillard à 10 h. du matin et à 7 h. du soir; neige à 1 h. et à 4 h. du soir.

14, brouillard jusqu'à 1 h. du soir.

22, forte bise à 4 h. du soir.

25, brouillard à 7 h. du matin et à 4 h. du soir; neige à 7 h. du soir; forte bise à 10 h. du soir.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique observées au barographe

MAXIMUM	mm	MINIMUM.	mm
Le 2 à minuit	549,30	Le 2 à 4 h. soir	546,76
5 à 1 h soir	561,28	5 à 4 h. soir	560,32
6 à 1 h. matin	560,70	6 à 1 h. soir	559,45
11 à 1 h. matin	570,50	10 à minuit	569,10
14 à 11 h. soir	564,60	12 à 1 h. soir	562,30
16 à 4 h matin	567,70	13 à 4 h. soir	563,22
17 à 11 h. soir	566,80	14 à 10 h. matin	562,65
19 à minuit	568,60	16 à 1 h. soir	566,72
25 à 1 h. matin	562,50	17 à 7 h. matin	565,40
28 à 11 h. soir	572,50	19 à 7 h. matin	568,09
		25 à 4 h. soir	560,60
		28 à minuit	569,40

SAINT-BERNARD. — FÉVRIER 1899

Jours du mois.	Baromètre. Hauteur moy. des 24 heures.	Baromètre. Ecart avec la hauteur normale.	Baromètre. Minimum observé au barographe	Baromètre. Maximum observé au barographe	Température C. Moyenne des 24 heures.	Température C. Ecart avec la température normale.	Température C. Minimum absolu.	Température C. Maximum absolu.	Pluie ou neige. Hauteur de la neige.	Pluie ou neige. Eau tombée dans les 24 h.	Pluie ou neige. Nombre d'heures	Vent dominant.		Nebulosité moyenne.
	millim.	millim.	millim.	millim.	°	°	°	°	cm	mm				
1	549.21	—11.24	548.50	549.90	— 9.71	— 0.64	—13.6	— 6.4	.....	.....	....	NE.	1	0.00
2	547.64	—12.78	546.76	549.30	— 9.61	— 0.55	—12.0	— 6.3	.....	.....	...	NE.	1	0.55
3	549.20	—11.18	547.00	553.40	—14.05	— 5.00	—17.0	—10.3	.....	.....	...	NE.	1	0.95
4	557.58	— 2.76	553.50	561.00	—10.76	— 1.72	—19.3	— 6.6	.....	.....	...	NE.	1	0.02
5	560.85	+ 0.55	560.32	561.28	— 4.56	+ 4.47	— 8.3	— 0.5	.....	.....	..	SW.	1	0.27
6	559.93	— 0.34	559.45	560.70	— 5.26	+ 3.76	— 6.9	— 1.3	.....	.....	.	SW.	1	0.20
7	562.09	+ 1.86	560.40	563.00	— 1.25	+ 7.76	— 6.0	— 2.9	.....	.....	.	NE.	1	0.22
8	564.46	+ 4.26	563.00	565.76	— 0.81	+ 8.18	— 3.3	+ 1.9	.....	.....				
9	567.45	+ 7.28	565.80	569.10	+ 2.54	+11.51	— 1.8	+ 5.9	.....	.....	..	var.		0.28
10	570.09	+ 9.95	569.10	570.48	+ 4.32	+13.27	+ 1.2	+ 7.7	.....	.....	...	SW.	1	0.13
11	568.20	+ 8.10	565.90	570.50	+ 0.45	+ 9.38	— 2.4	+ 3.3	.....	.....	..	SW.	1	0.03
12	563.50	+ 3.43	562.30	565.20	— 5.93	+ 2.98	— 7.9	+ 1.7	.....	.....	..	SW.	1	0.07
13	563.96	+ 3.92	563.22	564.90	— 4.26	+ 4.62	— 4.8	+ 1.2	.....	.....	...	NE.	1	0.87
14	563.54	+ 3.53	562.65	564.60	— 7.81	+ 1.04	—11.3	— 5.8	.....	.....	. .	SW.	1	0.08
15	565.83	+ 5.85	564.70	567.16	— 6.96	+ 1.86	— 9.8	— 2.5	.....	.....		NE.	1	0.73
16	567.97	+ 7.12	566.72	567.70	— 0.46	+ 8.33	— 8.6	+ 3.7	.....	.....	...	SW.	1	0.15
17	565.94	+ 6.02	565.40	566.80	0.88	+ 7.88	— 3.8	+ 2.5	.....	.....	....	NE.	1	0.07
18	567.35	+ 7.46	566.80	568.07	+ 0.19	+ 8.92	— 5.6	+ 4.6	.....	.....	....	SW.	1	0.00
19	568.35	+ 8.48	568.09	568.60	+ 0.75	+ 9.44	— 1.9	+ 4.6	.....	.....	. .	SW.	1	0.00
20	568.05	+ 8.20	567.80	568.30	— 0.55	+ 8.10	— 2.6	+ 3.5	.....	.....	. .	SW.	1	0.00
21	566.06	+ 6.23	564.99	567.40	— 2.60	+ 6.01	— 5.0	+ 1.1	....	.....	....	NE.	1	0.00
22	565.11	+ 5.30	565.00	565.21	— 5.61	+ 2.96	— 8.0	— 1.3	.....	.....	....	NE.	1	0.00
23	564.32	+ 4.53	563.94	564.90	— 4.58	+ 3.95	— 7.8	— 1.7	.....	.....	....	NE.	1	0.05
24	563.69	+ 3.92	562.60	564.60	— 7.85	+ 0.64	—11.3	— 4.9	.....	.. ..	...	NE.	1	0.00
25	561.46	+ 1.71	560.60	562.50	—12.13	— 3.69	—14.8	— 7.5	.....	.....	....	NE.	1	0.00
26	562.43	+ 2.70	562.10	563.10	11.76	— 2.37	—17.3	— 8.7	.....	.....	.. .	SW.	1	0.77
27	565.71	+ 6.00	563 [illegible]0	568.90	— 9.63	— 1.29	—15.0	— 4.4	.....	.....	....	NE.	1	0.00
28	571.12	+ 1.42	569.40	572.50	— 5.31	+ 2.98	—11.4	— 1.9	.....	.....	....	NE.	1	0.00
Mois	563.22	+ 2.98			— 4.79	+ 3.82								0.19

MOYENNES DU GRAND SAINT-BERNARD. — FÉVRIER 1899.

Baromètre.

	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade...	557,97	557,99	558,30	558,81	558,99	559,12	559,67	559,95
2e » ...	566,64	566,40	565,97	566,00	565,92	565,93	566,19	566,40
3e » ...	564,91	564,72	564,74	564,94	564,98	564,94	565,25	565,41
Mois	563,05	562,92	562,88	563,13	563,18	563,21	563,60	563,81

Température.

	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
	0	0	0	0	0	0
1re décade...	— 6,62	— 4,56	— 2,32	— 3,43	— 4,83	— 5,38
2e » ...	— 3,87	— 1,86	+ 0,49	— 0,99	— 3,18	— 3,51
3e » ...	— 9,04	— 5,91	— 4,31	— 5,96	— 8,49	— 8,53
Mois	— 6,40	— 4,00	— 1,89	— 3,28	— 5,29	— 5,61

	Min. observé.	Max. observé.	Nébulosité.	Eau de pluie ou de neige.	Hauteur de la neige tombée
	0	0		mm	cm
1re décade...	— 8,70	— 1,30	0,26	....	....
2e » ...	— 5,87	+ 1,68	0,20	....	....
3e » ...	— 11,33	— 3,66	0,10	....	....
Mois	— 8,44	— 0,55	0,19	....	....

Dans ce mois, l'air a été calme 0,0 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE à ceux du SW a été celui de 1,26 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 45° E., et son intensité est égale à 11,9 sur 100.

ÉTUDE SUR LES ÉLECTRODES

DE

D'ARSONVAL ET DE DU BOIS-REYMOND

PAR

le Dr Frédéric BATTELLI

Assistant de Physiologie à l'Université de Genève.

Dans les recherches d'électrophysiologie l'impolarisabilité des électrodes, qui réunissent les tissus animaux avec le reste du circuit, est une condition indispensable à l'exactitude des résultats. Si l'impolarisabilité n'est pas absolue, et que l'on ne connaisse pas la force électromotrice de polarisation dans les phases successives de l'expérience, on ne peut arriver à des conclusions bien nettes.

On sait que ce sont les électrodes de Du Dois-Reymond et de D'Arsonval qui sont le plus habituellement employées dans ce genre de recherches. On a cru longtemps que ces deux sortes d'électrodes étaient presque impolarisables; mais Hermann ayant constaté que les électrodes de D'Arsonval présentent une notable polarisation, en conseilla l'étude à MM. Pirquet et Amberger.

Ces auteurs[1] formèrent un circuit qui comprenait une

[1] Pirquet et Amberger. Prüfung der d'Arsonval'schen Electroden auf Gleichartigkeit und Unpolarisirbarkeit — *Pflüger's Archiv.* LXV. Page 606.

pile Daniell, un galvanomètre, une paire d'électrodes de D'Arsonval qui plongeaient dans un verre contenant une solution physiologique de NaCl (6 $^{0}/_{00}$), et une paire d'électrodes de Du Bois-Reymond qui plongeaient dans un autre verre rempli d'une solution saturée de sulfate de zinc. Au moyen d'un commutateur on pouvait rapidement ouvrir le circuit, exclure la pile, et mettre l'un ou l'autre des deux groupes d'électrodes en communication avec les bornes d'un second galvanomètre très sensible. La déviation de l'aiguille de ce galvanomètre indiquait la valeur et la polarisation qui avait été produite par la même pile Daniell dans l'un ou dans l'autre groupe d'électrodes.

Pirquet et Amberger ont employé un autre dispositif. Ils formaient un circuit, qui comprenait un élément Daniell, un galvanomètre très sensible, une paire d'électrodes de D'Arsonval et de Du Bois-Reymond et une caisse de résistance ; et ils observaient les déviations de l'aiguille du galvanomètre avec différentes résistances du circuit.

Avec l'un comme avec l'autre dispositif ces deux auteurs ont trouvé que tandis que les électrodes de Du Bois-Reymond ne présentent presque point de polarisation, celles de D'Arsonval offrent une notable polarisation.

Malgré les résultats de Pirquet et Amberger j'ai jugé utile d'étudier mieux encore la marche de la polarisation de ces électrodes, et de constater quelle influence peut offrir l'intensité du courant qui les parcourt.

Les électrodes sur lesquelles j'ai expérimenté ont été construites avec grand soin. Pour l'étude de celles de D'Arsonval j'ai employé des sels très purs de la maison

Kahlbaum. Ces électrodes étaient conservées à l'abri de la lumière. Les électrodes de Du Bois-Reymond ont été formées avec deux petits cylindres de zinc très pur de la maison Merk, soigneusement amalgamés avec du mercure pur; le sulfate de zinc très pur et parfaitement neutre, nécessaire pour la solution, m'a été fourni par Kahlbaum.

En outre, lorsque ces dernières électrodes n'étaient pas employées, la solution de sulfate de zinc était placée dans un flacon avec bouchon à l'émeri, renfermant des cristaux de sulfate de zinc (pour conserver la solution toujours saturée), et un peu d'oxyde de zinc, afin qu'il n'y eût jamais trace d'acidité.

J'ai employé plusieurs dispositifs des appareils, avant d'en trouver un qui fût approprié au but. Je ne crois pas inutile d'exposer, dans leur lignes générales, mes essais, parce qu'ils servent aussi à éclairer les propriétés de ces électrodes, et parce qu'ils peuvent éviter à d'autres expérimentateurs des essais analogues.

Le premier dispositif a été essentiellement celui qui se trouve décrit dans notre traité des recherches électriques[1] à la page 702. Au moyen de ce dispositif je pouvais en même temps obtenir la valeur de la force électromotrice de polarisation des électrodes et l'augmentation apparente de leur résistance.

Sur un côté BC (fig. 1) d'un pont de Wheatstone j'insérai une pile étalon P, et la paire des électrodes E (de D'Arsonval ou de Du Bois-Reymond). Les deux sommets de la diagonale AC du pont sont mis en communi-

[1] A. et F. Battelli. — Trattato pratico per le ricerche di elettricità in medicina. — Roma 1898.

cation avec les deux bornes d'un électromètre de Lippmann ; et les deux autres sommets B et D en communication avec deux bornes d'un interrupteur, au moyen

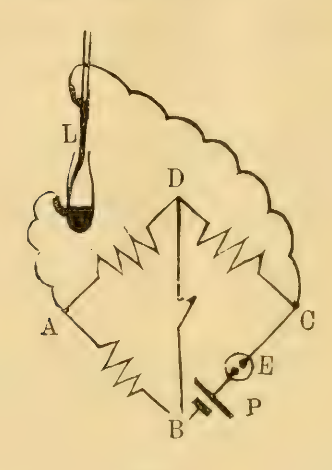


Fig. 1.

duquel on peut établir ou enlever la communication entre D et B. En disposant les résistances dans les côtés AB, AD, DC, de façon que les manœuvres de l'interrupteur ne produisent pas de mouvement dans l'électromètre, on peut immédiatement calculer, par les valeurs de ces résistances, la valeur de la force électromotrice et de la résistance complexive de la Pile P et des électrodes E ; et par conséquent aussi les valeurs de la force électromotrice et de la résistance des électrodes, car les éléments de P restent constants.

Il aurait suffi de quelques expériences, en insérant entre B et C seulement la pile P, pour déterminer la force électromotrice et la résistance de cette pile.

Mais cette méthode ne m'a pas donné de bons résul-

tats, parce que, surtout pour les électrodes de D'Arsonval, l'électromètre de Lippmann n'avait pas une sensibilité suffisante, et les mesures restaient incertaines.

J'ai alors essayé une autre méthode. Je forme un circuit comprenant une pile P (fig. 2), une caisse de ré-

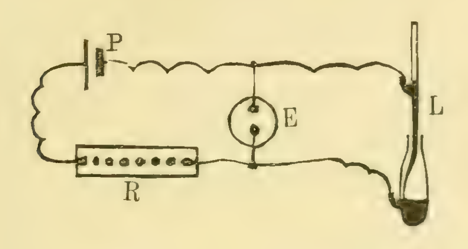


Fig. 2.

sistance R et une paire d'électrodes E. Au moyen d'un électromètre de Lippmann je mesure, dans les différents instants, les différences de potentiel existant entre les deux électrodes. Ce dispositif ne me donna pas non plus de bons résultats, parce qu'elle n'est pas d'une sensibilité suffisante.

Après d'autres essais qu'il est inutile de rapporter ici, je me suis définitivement arrêté à un dernier dispositif. Celui-ci en même temps qu'il constitue une méthode très sensible, permet de suivre graduellement les variations des électrodes. Par ce dispositif on ne mesure pas la force électromotrice de polarisation, mais on obtient l'augmentation apparente de résistance des électrodes pendant tout le temps que leur polarisation augmente.

Je me suis servi dans ce but d'un pont de Wheatstone ordinaire MNOL (fig. 3). Les sommets NL de la diago-

nale, dans laquelle est insérée la pile, présentent les communications suivantes : le premier à travers la touche U est réuni à une extrémité A du fil d'un rhéocorde

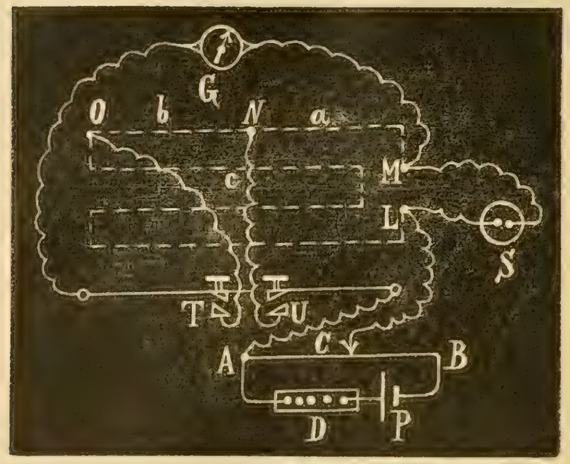


Fig. 3.

AB ; l'autre un courseur mobile C du même rhéocorde.

Le rhéocorde fait partie d'un circuit, dans lequel sont insérées une pile P et une caisse de résistance D. De cette façon on peut disposer d'une force électromotrice très faible.

Dans l'autre diagonale du pont est inséré, à travers la touche T, un galvanomètre de Du Bois et Rubens *G* de 500 ohms de résistance, disposé de façon à offrir la plus grande sensibilité possible (sur une échelle disposée à 2 mètres de distance, la déviation de 1 mm. correspondait à $1{,}6 \times 10^{-10}$ ampères). Ce galvanomètre peut être shunté dans les épreuves préliminaires, mais on l'emploie ensuite sans shunt.

Les électrodes S sont placées dans le côté ML. Elles sont constituées, comme d'habitude, de deux électrodes égales

(de D' Arsonval ou de Du Bois-Reymond), qui plongent l'une à côté de l'autre dans un verre plein du liquide contenu dans les électrodes.

Avec toute la rapidité possible on fait la détermination de la résistance des électrodes (qu'on connaît déjà d'une façon approximative par des essais préliminaires); puis on abaisse d'une manière permanente les touches T et U, et pendant que les électrodes se polarisent, on change au fur et à mesure la résistance dans le côté OL du pont, de façon que le galvanomètre reste toujours à zéro. Au moyen d'un chronographe on marque le temps qui correspond à chaque observation.

On note ainsi de quelle manière change, avec le temps, la résistance des électrodes; ce qui équivaut à étudier la marche de leur polarisation. Observons en effet la figure 4, dans laquelle le dispositif de la fig. 3 est indiqué d'une manière plus schématique et avec les mêmes lettres.

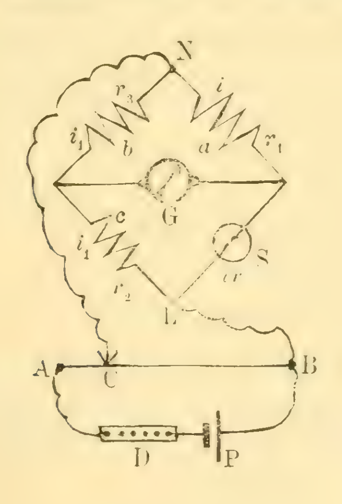


Fig. 4.

Soient r_1, r_2, r_3 les résistances dans les trois côtés a, c, b; et que l'on indique avec r la résistance vraie des électrodes S au commencement des expériences, c'est-à-dire quand les électrodes ne sont pas encore polarisées; cette résistance se déduit en fonction de r_1, r_2 et r_3 de la façon habituelle.

Les valeurs de r, qu'on peut déterminer de la même manière dans le cours et à la fin des expériences, n'indiquent pas la résistance vraie des électrodes (qui évidemment restent toujours la même), mais la résistance apparente, qui est influencée par l'intervention en S de la force électromotrice de polarisation, qui a la tendance à produire un courant contraire à celui de la pile.

Or. en connaissant les résistances r, r_1, r_2, r_3 des quatre côtés du pont et la force électromotrice E de la pile P, on peut calculer la force électromotrice e de polarisation des électrodes, à mesure que celles-ci se polarisent.

En effet, supposons que dans un moment quelconque où les électrodes sont polarisées, on ait disposé les résistances r_1, r_2 et r_3 de façon que l'aiguille du galvanomètre reste au zéro; l'intensité du courant qui traverse r et r_1 est la même (nous l'indiquerons par i); et c'est aussi la même qui traverse r_2 et r_3 (nous l'indiquerons par i_1). Si nous appliquons alors le 2e principe de Kirchhoff au circuit SGcS. nous aurons :

1) $$i_1 r_2 - ir = e$$

En indiquant par E' la différence de potentiel qui existe entre les deux points CB du rhéocorde AB, et en appliquant la loi de Ohm aux deux traits NbcL et NaSL, nous aurons respectivement :

2) $$E' = i_1 (r_3 + r_2)$$

3) $$E' - e = i (r + r_1)$$

vu que dans le galvanomètre il ne passe aucun courant.

Les formules 1, 2 et 3 fournissent un système de trois équations avec les trois inconnues i, i_1, e, desquelles on peut déduire :

$$e = E' \frac{r_2 r_1 - r r_3}{r_1 r_2 + r_3 r_1}, \text{ c'est-à-dire } \frac{e}{E'} = \frac{r_2 r_1 - r r_3}{r_1 r_2 + r_3 r_1}$$

Si l'on veut exprimer E' en fonction de la force électromotrice E de la pile P, il suffit d'observer que :

$$\frac{E'}{E} = \frac{R'}{R'' + R}$$

où R indique la résistance introduite avec la caisse D, R″ celle de tout le fil du rhéocorde, et R' celle de la partie de ce fil comprise entre les points C et B.

J'ai enfin calculé l'intensité du courant qui traverse les électrodes au commencement des expériences, pour montrer aussi l'influence de cette intensité sur la polarisation. Dans ce but je me suis servi de la formule 3, où, dans ce cas, $e = o$, parce qu'il n'y a pas encore de polarisation ou bien qu'elle est négligeable par rapport à la force électromotrice de la pile. On aura donc :

$$E' = i\,(r + r_1) \text{ d'où}$$

$$i = \frac{E}{r + r_1}$$

Le verre qui contient les électrodes est placé pendant les expériences, dans un autre verre plus grand de façon à avoir la même température dans le liquide et les tiges métalliques des électrodes, et afin d'éviter ainsi les courants thermo-électriques, sur lesquels Hermann a fait une courte étude[1].

[1] Hermann. — Notiz über die Kraft des Hydrothermoelements zinc-zincsulfatlösung. *Pflüger's Arch.* Vol. XIV, page 485.

En envoyant dans les électrodes des courants d'intensité variable j'ai pu étudier l'influence de l'intensité du courant sur la polarisation. Dans ce but j'ai mis dans la caisse D des résistances variables; 20, 100, 500 ohms et ainsi de suite.

Les chiffres que je donne dans les tableaux suivants représentent les moyennes des résultats que j'ai obtenus dans de nombreuses expériences. Dans ces tableaux je n'ai pas rapporté la marche de la polarisation des électrodes dans la première minute, parce que les variations étaient si rapides qu'il était impossible de les suivre.

Electrodes de D'Arsonval.

I.

Les côtés a et b du pont ont les résistances suivantes : $a = 1000$ ohms, $b = 1000$ ohms. L'intensité du courant, qui traverse les électrodes au commencement de l'expérience, est de 0,0081 milliampères. La valeur E' de la force électromotrice du courant polarisant est de 0,077 volts.

Temps à partir du commencement de l'expérience (en minutes).	Valeurs de la résistance introduite dans le côté c du pont (en ohms).	Rapport entre la valeur e de la force électromotrice de polarisation des électrodes et la valeur E' du courant polarisant.
0	850	0
2	2104	0,52
3	2407	0,62
4,30″	2577	0,64
7	2697	0,66
10	2807	0,67
17	2857	0,68
21	2857	0,68
31	2857	0,68
50	2857	0,68

Continuent à être constantes

II.

Les côtés *a* et *b* du pont ont les résistances suivantes : $a = 1000$ ohms, e $b = 100$ ohms. L'intensité *i* du courant, qui traverse les électrodes au commencement de l'expérience, est de 0,0004 milliampères. La valeur E' de la force électromotrice du courant polarisant est de 0,004 volts.

Temps à partir du commencement de l'expérience (en minutes)	Valeurs de la résistance introduite dans le côté c du pont (en ohms)	Rapport entre la valeur e de la force électromotrice de polarisation des électrodes, et la valeur E' du courant polarisant
0	850	0
1,15″	1750	0,49
1,50″	4040	0,77
3	6160	0,84
	Continuent à augmenter	

III.

Les côtés *a* et *b* du pont ont les résistances suivantes : $a = 1000$ ohms, $b = 1000$ ohms. L'intensité *i* du courant qui traverse les électrodes au commencement de l'expérience est de milliampères 0,0024. La valeur E' de la force électromotrice du courant polarisant est de 0,019 volts.

Temps à partir du commencement de l'expérience (en minutes)	Valeurs de la résistance introduite dans le côté c du pont (en ohms)	Rapport entre la valeur e de la force électromotrice de polarisation des électrodes, et la valeur E' du courant polarisant
0	690	0
1	3090	0,75
2	3690	0,79
4	3710	0,79
8	3710	0,79
15	3710	0,79

Electrodes de Du Bois-Reymond.

IV.

Les côtés *a* et *b* du pont ont les résistances suivantes : $a=1000$ ohms, $b=1000$ ohms. L'intensité *i* du courant qui traverse les élec-

trodes au commencement de l'expérience est de milliampères 0,017. La valeur E' de la force électromotrice du courant polarisant est de volts 0,077.

Temps à partir du commencement de l'expérience. (en minutes)	Valeurs de la résistance introduite dans le côté c du pont. (en ohms)	Rapport entre les valeurs e de la force électromotrice de polarisation des électrodes, et la valeur E' du courant polarisant
0	621	0
2	623	0,001
5	623	0,001
8	624	0,002
15	624	0,002
30	624	0,002

Continuent à être constantes

V

Les côtés a et b du pont ont les résistances suivantes : a=1000 ohms, b=1000 ohms. L'intensité i du courant, qui traverse les électrodes au commencement de l'expérience est de milliampères 0,012. La valeur E' de la force électromotrice du courant polarisant est de volts 0,019.

Temps à partir du commencement de l'expérience. (en minutes)	Valeurs de la résistance introduite dans le côté c du pont. (en ohms)	Rapport entre la valeur e de la force électromotrice de polarisation des électrodes et la valeur E' du courant polarisant
0	629	0
1	630	0,0006
16	630	0,0 06
22	630	0,0006
40	630	0.0006

Continuent à être constantes

VI.

Les côtés a et b du pont ont les résistances suivantes : a=1000 ohms, b=1000 ohms. L'intensité i du courant qui traverse les électrodes au commencement de l'expérience est de milliampères

0,0024. La valeur E' de la force électromotrice du courant polarisant est de volts 0,004.

Temps à partir du commencement de l'expérience. (en minutes)	Valeurs de la résistance introduite dans le côté c du pont. (en ohms)	Rapport entre la valeur e de la force électromotrice de polarisation des électrodes, et la valeur E' du courant polarisant
0	623	0
2	624	0,0006
10	624	0,0006
47	624	0,0006
	Continuent à être constantes	

Je reproduis sous forme de courbes les résultats précédents relatifs aux électrodes de D' Arsonval, en prenant pour abscisses les rapports $\frac{e}{E'}$, pour ordonnées les temps exprimés en minutes.

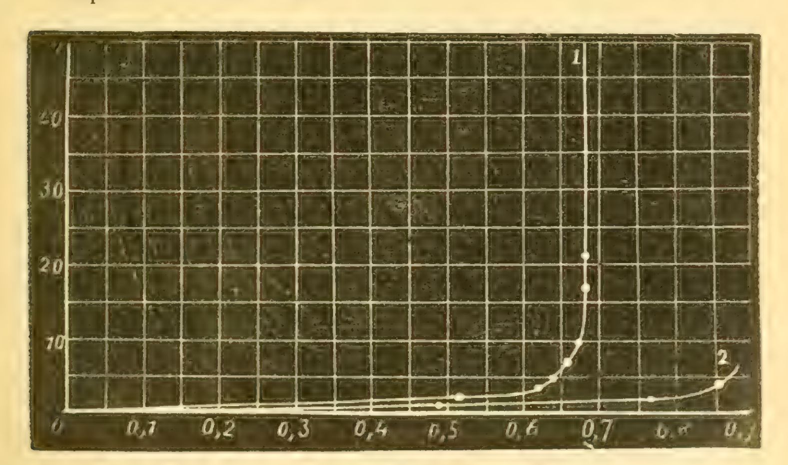


Fig. 5.

1) La force électromotrice du courant polarisant est de volts 0,077.
2) La force électromotrice du courant polarisant est de volts 0,004.

Je ne dessine pas les courbes relatives aux résultats obtenus avec les électrodes de Du Bois-Reymond, car dans ce cas la ligne de la force électromotrice du courant po-

larisant serait très voisine de l'axe des temps. On voit par ces courbes que dans les électrodes de D' Arsonval la polarisation est relativement assez considérable, surtout pour des forces électromotrices polarisantes très faibles. Aussi ces électrodes ne peuvent-elles pas servir pour des expériences physiologiques très délicates.

Les électrodes de Du Bois-Reymond au contraire présentent une polarisation très faible, quelle que soit l'intensité du courant qui les traverse. En outre avec les électrodes de D' Arsonval il faut plusieurs minutes avant que la polarisation ait atteint une valeur absolument constante. La polarisation augmente d'abord très rapidement (dans les deux ou trois premières minutes), et ensuite toujours plus lentement. Les électrodes du Du Bois-Reymond par contre atteignent une polarisation constante après un laps de temps beaucoup plus court (une minute environ).

Electrodes de Du Bois-Reymond employées de la même façon que dans les expériences électrophysiologiques. J'ai dit que les électrodes de Du Bois-Reymond, dans les expériences précédentes, plongeaient dans un verre rempli d'une solution saturée de sulfate de zinc. Mais dans les expériences physiologiques on ne peut pas mettre le sulfate de zinc en contact immédiat avec les muscles et les nerfs. Le contact s'établit en interposant, entre les électrodes et les tissus, une substance poreuse imbibée d'une solution de Na*Cl* au 6 °/₀₀. J'ai employé ce mode de communication dans les expériences suivantes, dans lesquelles l'extrémité inférieure des électrodes était fermée par un bouchon de caolin et était plongée dans la solution à 6°/₀₀ de C*l*N*a*.

Je rapporte les moyennes des expériences que j'ai faites.

Electrodes de Du Bois-Reymond.

VII.

Les côtés a et b du pont ont les résistances suivantes : a=1000 ohms, et b=1000 ohms. L'intensité i du courant qui traverse les électrodes au commencement de l'expérience est de milliampères 0,032. La valeur E' de la force électromotrice du courant polarisant est de volts 0,077.

Temps à partir du commencement de l'expérience. (en minutes)	Valeurs de la résistance introduite dans le côté c du pont. (en ohms)	Rapport entre la valeur de la force électromotrice de polarisation des électrodes, et la valeur E' du courant polarisant.
0	1375	0
1	1404	0,01
8	1404	0,01
15	1404	0,01
20	1404	0,01

Continuent à être constantes

VIII.

Les côtés a et b du pont ont les résistances suivantes : a=1000 ohms et b=1000 ohms. L'intensité i du courant qui traverse les électrodes au commencement de l'expérience est de milliampères 0,0017. La valeur E' de la force électromotrice du courant polarisant est de volts 0,004.

Temps à partir du commencement de l'expérience. (en minutes)	Valeurs de la résistance introduite dans le côté c du pont. (en ohms)	Rapport entre la valeur de la force électromotrice de polarisation des électrodes, et la valeur E' du courant polarisant.
0	1384	0
1	1408	0,01
5	1408	0,01
13	1408	0,01
16	1408	0,01
23	1408	0,01
40	1408	0,01

Continuent à être constantes

IX.

Les côtés *a* et *b* du pont ont les résistances suivantes : a=1000 ohms et b=1000 ohms. L'intensité *i* du courant qui traverse les électrodes au commencement de l'expérience est de milliampères 0,0008. La valeur E' de la force électromotrice du courant polarisant est de volts 0,002

Temps à partir du commencement de l'expérience. (en minutes)	Valeurs de la résistance introduite dans le côté c du pont. (en ohms)	Rapport entre la valeur de la force électromotrice de polarisation des électrodes, et la valeur E' du courant polarisant
0	1378	0
2	1410	0,1
10	1410	0,1
20	1410	0,1
35	1410	0,1

Continuent à être constantes.

Ces expériences montrent que, même plongées dans une solution de ClNa à 6 °/₀₀, les électrodes de Du Bois-Reymond sont presque complètement impolarisables, et qu'elles conservent dans la polarisation la même marche que nous avons trouvée plus haut. Mais la résistance est naturellement dans ce cas beaucoup augmentée.

Conclusions

Electrodes de Du Bois-Reymond; quelle que soit l'intensité du courant qui les traverse, la force électromotrice de polarisation ne dépasse jamais le 4 °/₀ de la force électromotrice polarisante.

Electrodes de D'Arsonval; la force électromotrice de polarisation varie beaucoup avec les variations de l'intensité du courant qui les traverse, et lorsque celle-ci est très faible, elle peut même dépasser 84 °/₀.

La marche que présente la force électromotrice de polarisation est la suivante :

Dans les électrodes de Du Bois-Reymond elle va légèrement en augmentant dans le premier moment du passage du courant (pendant la première minute), et elle reste ensuite constante.

Dans les électrodes de D'Arsonval, au contraire, la force électromotrice de polarisation augmente avec beaucoup de rapidité pendant les deux ou trois premières minutes; ensuite toujours plus lentement et finalement, après quelques minutes, elle reste constante.

Les électrodes de Du Bois-Reymond peuvent donc être employées dans les expériences physiologiques très délicates; quant à ceux de D'Arsonval on ne peut s'en servir dans ce cas, sans faire une étude préalable de leur polarisation en se plaçant dans les mêmes conditions, dans lesquelles seront faites les expériences.

SUR

L'UNITÉ D'ORIGINE DU BLEU DE L'EAU

PAR

W. SPRING.

Plusieurs physiciens ont regardé la couleur bleue des mers et de certains lacs, comme n'appartenant pas en propre à l'eau, mais comme étant produite par la réflexion de la lumière du jour sur des particules invisibles que l'eau tient toujours en suspension. Le point de départ de cette manière de voir se trouvait dans la théorie alors admise sur *l'origine du bleu du ciel.* L'atmosphère passant pour *incolore,* il avait été nécessaire de chercher, en dehors des phénomènes d'absorption caractéristiques des substances colorées, une cause à la coloration du firmament. On a cru trouver celle-ci dans une réflexion *sélective* des ondes *bleues* de la lumière blanche sur des particules extrêmement petites dont on admettait l'existence dans l'air.

J'ai montré, dans un travail récent [1], que cette théorie, tout irréprochable qu'elle soit au point de vue mathématique, ne se vérifie cependant pas par l'observation.

Le problème de la couleur des eaux a eu une *genèse* semblable. L'observation journalière des masses d'eau peu considérables nécessaires à nos besoins, nous a aussi d'abord fait regarder ce liquide comme le type d'une substance incolore; on a donc été porté à attribuer éga-

[1] *Archives des Sciences phys. et nat.* t. VII, p. 225, 1899.

lement la coloration des mers et des lacs à des phénomènes d'interférence ou de réflexion spéciale.

Bien que H. Davy et, après lui, Bunsen eussent fait voir que l'eau pure n'est pas absolument incolore, divers savants, notamment Hagenbach, Soret et Tyndall, ont regardé la couleur des eaux comme ayant, en tout ou en partie, une origine semblable au bleu du ciel : elle devait être le résultat de la réflexion de la lumière du jour sur des particules suspendues dans l'eau, de dimensions trop petites pour renvoyer les rayons de grande longueur d'onde. Comme preuve à l'appui, on a signalé le fait que la lumière réfléchie par les couches de dessous la surface des eaux était polarisée comme la lumière du ciel. On oubliait, cependant, que le phénomène de la polarisation ne prouvait pas nécessairement que la lumière réfléchie fût *bleue*.

La divergence des idées qui régnaient alors sur l'origine de la couleur des eaux, m'a engagé à vérifier, par des expériences nouvelles, la valeur de l'une et de l'autre théorie. Mes observations firent voir [1] que l'eau est véritablement bleue par elle-même et que les particules qu'elle tient en suspension, tout en contribuant principalement à son illumination, n'ont cependant qu'une influence inappréciable, sinon nulle, sur l'intensité du bleu. Toutefois, ces particules pouvaient être la cause des tons verts, plus ou moins prononcés, de certaines eaux de la nature, parce que la lumière qui traverse un milieu trouble devient plus ou moins *jaune brun*. Cette coloration associée au bleu de l'eau, donne, ensuite, le *vert*.

[1] *Bull. de l'Acad. roy. de Belgique*, 3me série, t. V, pp. 55-84, 1883, et t. XII p. 814-857, 1886.

Mes recherches avaient ainsi confirmé une opinion déjà émise par L. Soret[1] en 1869, mais qui m'avait échappé ; elle se trouvait *en note* au bas de la page 1169 du travail de ce savant sur *l'illumination des corps transparents;* je me fais un devoir de la reproduire : « Quant « à la couleur de l'eau....., dit Soret, je suis arrivé à « croire que ces particules en suspension n'ont qu'une « influence secondaire : elles modifient bien d'une ma- « nière importante l'apparence de la teinte de l'eau, mais « on ne peut leur attribuer l'origine même de la colora- « tion bleue ».

Pourtant, ni les travaux de Soret, ni les miens, ne paraissent avoir élucidé suffisamment le rôle des particules en suspension pour rallier l'opinion générale. Dans un article récent sur la couleur des mers et des lacs[2] M. le prof. Abegg dit, explicitement, que ceux-ci sont bleus par suite du concours de deux causes différentes : d'abord parce que l'eau est bleue, ensuite parce que la réflexion de la lumière sur les particules suspendues doit produire le bleu. M. Abegg ne fournit pas de preuve nouvelle à l'appui de son affirmation, il se réfère seulement aux travaux de Tyndall et de Lord Rayleigh sur l'origine du bleu du ciel, en ajoutant que si on reporte la théorie des savants anglais *à l'eau*, il s'en suit nécessairement que sans la couleur propre de ce liquide, l'eau limpide devrait être bleue. Cette conclusion serait même démontrée physiquement, selon Abegg, parce que Soret et Hagenbach ont constaté la polarisation de la lumière de l'eau de certains lacs.

A mon avis, M. Abegg va trop loin dans sa conclu-

[1] *Comptes Rendus*, t. 69, p. 1192-1196, 1869.
[2] *Naturw. Rundschau*, XIII, p. 169, 1898.

sion. Les observations des physiciens suisses prouvent incontestablement que la lumière émanant de l'eau est de la lumière réfléchie, mais en aucune façon que la réflexion ait pour conséquence *l'extinction* de la partie complémentaire du bleu de l'eau. Comme je l'ai fait d'ailleurs moi-même dans mon premier article sur ce sujet, M. Abegg met trop d'absolu dans l'opinion qu'il attribue à Soret. L'éminent physicien de Genève n'a pas prétendu, nous l'avons vu plus haut, que la réflexion de la lumière sur les particules suspendues dans l'eau, produisît un effet d'importance semblable à la coloration due à *l'absorption*. Soret s'est, au surplus, exprimé à nouveau sur ce point en 1884 [1]. Quoiqu'il en soit, M. Abegg regarde la théorie de la réflexion comme aussi certaine et aussi irréfutable que la théorie de l'absorption (« *ebenso sicher richtig und unwiederleglich* ») et il admet que la couleur bleue de l'eau doit nécessairement avoir une double origine.

On le voit, M. Abegg replace la théorie de la couleur des eaux au point où elle était avant mes premières expériences en ce qui concerne *le bleu* [2]. Il est donc bien naturel que j'aie tenu à vérifier si mes observations étaient véritablement sans portée et si la réflexion de la lumière

[1] *Archives des Sciences phys. et nat.* (3) t. XI, p. 276-296, 1884.

[2] M. le Prof. Abegg explique l'apparition des tons verts de certaines eaux parce que la lumière pénétrerait moins profondément dans les eaux vertes, plus troubles, et qu'elle ne pourrait perdre alors, par absorption, une proportion suffisante de ses rayons à grandes longueurs d'onde. Cette explication ne se vérifie pas par l'expérience. J'ai montré, devant le 5me Congrès international d'Hydrologie, de Géologie et de Climatologie, tenu à Liège en septembre dernier, que la teinte bleue de l'eau ne vire jamais au vert quand on diminue la longueur de la course de la lumière. Je reviendrai du reste sur ce point dans un article spécial.

intervenait d'une manière aussi « certaine et irréfutable » dans la production de la couleur bleue. Ce sont les expériences que j'ai instituées à ce sujet que je désire faire connaître à présent. On verra qu'elles confirment mes conclusions antérieures en établissant l'unité d'origine du bleu de l'eau.

Le but à atteindre dans ces expériences, était la connaissance pratique, et non théorique, des propriétés optiques des particules qui forment le trouble invisible des eaux limpides.

Je reconnais volontiers, avec les mathématiciens que des particules dont les dimensions sont de l'ordre de grandeur des ondes lumineuses pourront mieux réfléchir les ondes courtes, mais il n'est pas démontré que les particules suspendues dans les eaux remplissent nécessairement les conditions supposées. Si Tyndall a vu de la lumière *bleue* quand il a éclairé un mélange de vapeurs de certains éthers nitreux et d'acide chlorhydrique, il n'est pas certain que ce bleu fût dû à une *simple réflexion*, car il n'a duré que le temps de la réaction chimique provoquée par la lumière. Et les conclusions de Tyndall fussent-elles même exactes, l'assimilation du trouble des eaux à un *nuage naissant* resterait gratuite aussi longtemps qu'une vérification ne serait pas intervenue.

J'ai donc monté une lanterne de Duboscq, à éclairage électrique puissant, pour produire l'irradiation du trouble de l'eau d'après le procédé de Tyndall et le rendre visible de cette façon. La lampe était alimentée par un courant de 12 ampères et 110 volts et placée au foyer des lentilles de la lanterne de manière à produire, autant que possible, un faisceau de rayons parallèles.

Au devant de l'objectif se trouvait disposé un tube de

verre de 1,20 m. de long et 0,07 m. de diamètre intérieur, fermé par des plans minces, de cristal. Ce tube a été rempli d'eau distillée parfaitement limpide à la lumière du jour, ou bien, pour varier, d'eau alimentaire de la Ville de Liège, également limpide. Jamais ces eaux ne se sont montrées *optiquement vides* : dans chacune le faisceau lumineux était visible dans toute la longueur du tube et, chose curieuse, l'eau distillée du laboratoire rendait le faisceau plus apparent que l'eau alimentaire. La première montrait une traînée *estompée* continue, tandis que dans la seconde cette traînée était moins *opaque*, moins nourrie, et partant, malaisée à découvrir. L'eau distillée est donc moins propre que l'eau alimentaire[1].

J'ai rempli aussi le tube d'eau de pluie, clarifiée par le repos, en vue d'opérer sur un liquide ayant pu se charger plus abondamment encore des poussières de l'air que l'eau distillée. Le faisceau lumineux s'est montré comme je le présumais, avec plus d'évidence encore que dans l'eau distillée.

Dans chacun de ces liquides la traînée lumineuse était *blanc-laiteux* plus ou moins visible, mais elle n'a fait voir aucun ton rappelant le bleu de l'eau ou le bleu du ciel. Tyndall disait, au sujet de l'illumination de ses *nuages naissants*, que son tube « reproduisait un coin du ciel »; ici, rien ne rappelait l'azur de l'eau, même dans sa plus grande atténuation.

Ce point étant établi par des observations répétées, j'ai interposé entre le tube et la source lumineuse, une auge

[1] Je montrerai à quelle circonstance ce fait est dû, dans une note sur la préparation des liquides optiquement vides, qui fera suite à cet article.

chargée d'une solution *fuchsine* concentrée au point de ne laisser passer que la région rouge du spectre solaire. Dans ces conditions la trainée lumineuse a apparu *en rouge*, sans que sa *visibilité* en fût atteinte en rien.

Etant donné que les substances fluorescentes transforment les ondes lumineuses incidentes en ondes *plus longues* et non plus courtes, cette expérience prouve que la *traînée* n'était pas due à la fluorecence, sinon elle aurait dû devenir invisible, ou prendre un ton en rapport avec les rayons très réfrangibles que laisse passer la fuchsine. Cette conclusion se base sur ce qu'une solution de sulfate de quinine, convenablement étendue, a persisté dans sa fluorescence bleue dans la lumière électrique, malgré l'interposition de la fuchsine.

Dans d'autres expériences, j'ai placé sur le passage de la lumière incidente, une solution alcoolique *jaune* d'acide picrique, qui éteignait complètement l'extrémité violette du spectre et ne laissait passer que le rouge, l'orangé, le jaune et le vert, avec une frange insignifiante de bleu. La traînée lumineuse est restée aussi intense, mais elle était *jaune*. Soit dit comme contrôle, la lumière jaune de l'acide picrique éteignait absolument la fluorescence du sulfate de quinine.

Enfin, j'ai éclairé les eaux avec une lumière *verte* obtenue par interposition d'une solution concentrée de chlorure de nickel ; puis avec une lumière *bleue* d'un verre coloré au cobalt, ou d'une solution d'hydrate de cuivre dans l'ammoniaque. Le résultat a été constamment le même : dans la lumière verte le faisceau lumineux était *vert* et dans la lumière bleue, il est devenu *bleu*, sans changement d'intensité.

Il résulte à toute évidence de ces observations, me

paraît-il, que les particules auxquelles l'eau limpide, distillée ou naturelle, doit son illumination, ont la propriété de réfléchir avec une égale facilité les ondes rouges, jaunes, vertes, bleues et qu'elles ne peuvent, dès lors, causer la coloration *bleue* de l'eau. Elles nous renvoient la lumière du jour sans altération chromatique. Les spéculations des mathméaticiens sur la génération de la lumière bleue ne se vérifient donc pas plus, par l'expérience, en ce qui concerne l'eau, qu'elles ne se vérifient pour l'origine du bleu du ciel. Il est entendu, toutefois, que les observations précédentes n'infirment en rien les calculs de physique mathématique, mais elles prouvent que les conditions matérielles admises par les théoriciens ne sont pas réalisées dans la nature et que, par suite, les déductions que l'on en a tirées doivent demeurer sans emploi pratique.

En résumé, il m'est permis de regarder mes recherches antérieures comme ayant reçu une nouvelle confirmation : l'eau est bleue par elle-même et les particules qu'elle tient en suspension causent principalement son illumination ; selon leur nature, elles déterminent aussi les modifications de la couleur de fond et produisent les tons verdâtres lorsqu'elles n'ont pas pour effet de supprimer toute coloration visible ainsi que je l'ai montré dernièrement [1].

Liège, Institut de Chimie générale, janvier 1899.

[1] *Archives des sciences phys. et nat.*, t. VII, p. 5, 1899.

L'ASIE MOYENNE SISMIQUE

PAR

F. DE MONTESSUS DE BALLORE

Sous cette dénomination d'Asie moyenne, on réunit les régions qui de l'ouest à l'est s'étendent de la mer Méditerranée et de la mer Rouge à la mer de Chine. Politiquement, ce sont la Syrie et l'Arabie, la Perse et la Chine. Le reste de l'Asie sismique : Sibérie, Caucase, Arménie, Asie Mineure, Turkestan, Afghanistan, Inde, Indo-Chine et Japon, a été ou sera décrit dans d'autres monographies. Celle-ci est naturellement divisée en deux parties : la Chine d'une part, la Syrie, l'Arabie et la Perse d'autre part. Pour aucune région, les documents n'ont permis le calcul de la sismicité. Il faut donc s'en tenir à l'aspect de la carte sismique pour avoir une idée approximative des régions stables ou instables.

A) LA CHINE

Au point de vue des informations scientifiques en général et sismiques en particulier, la Chine se présente dans des conditions toutes spéciales. Les annales de l'Empire du Milieu remontent à la plus haute antiquité que l'homme puisse étudier. Mais on peut se demander si la science peut faire état de ces documents qui ont passé

par tant de mains et tant de transcriptions. En outre les annalistes officiels se bornaient le plus souvent à relater les faits intéressant les capitales successives ou résidences de la cour sous les diverses dynasties : Si-ngan-fou ou Tchang-ngan, Lo-Yang, Nangkin, Pékin, etc. ou leurs environs plus ou moins immédiats. Les récits de catastrophes naturelles sont nombreux, mais comme dans l'esprit ou au moins dans le texte des historiographes chinois les grands phénomènes de la nature, inondations, éboulements de montagnes, cyclones, tornados, raz de marée, etc., sont presque toujours accompagnés de tremblements de terre, il est souvent difficile dans leurs descriptions de faire la part des uns et des autres phénomènes. La synonymie des noms géographiques est des plus compliquées, et qui plus est variable suivant la nationalité des savants et des missionnaires européens qui ont eu à les transcrire dans leur propre langue. En raison de l'antiquité démesurée de l'histoire chinoise beaucoup de villes ont plusieurs fois changé de nom. Les bonnes cartes font défaut et pour cause. Bref tout cela fait que cette description sismique de la Chine est donnée sous les plus expresses réserves. Ce n'est donc qu'un essai n'ayant abouti malgré un travail considérable qu'à deviner pour ainsi dire et approximativement les principales régions d'instabilité, et qu'on donne surtout pour ne pas laisser de lacunes dans la description sismique du globe.

Deux sources principales ont servi à établir cette monographie : 1° pour les siècles qui s'étendent de 1800 avant Jésus-Christ au moyen âge, les annales Wen-hian-Thoung-Khao et Thoung-Kien-Khang-Mou, dont E. Biot a extrait les grands désastres naturels et les tremblements

de terre; 2° le grand catalogue des tremblements de terre de l'Empire russe et des régions adjacentes de Mouchketoff et Orloff pour les temps modernes, et dont les auteurs ont profité des nombreuses informations dues aux agents commerciaux et politiques que leur pays entretient en Chine depuis plus de deux siècles. Les relations des missionnaires catholiques et des Jésuites n'ont presque rien donné. Combien ne doit-on pas regretter la perte par incendie d'un catalogue d'un millier de secousses recueillies par Mac-Gowan.

Dans ce travail on a distingué 9 régions, un peu arbitraires, il est vrai, et utilisé 2897 séismes ressentis en 259 localités.

I. Chine septentrionale.

112 localités et 860 séismes.

Cette région comprend le Pe-Tchi-li, le Chan-si, le Chan-Tong, le Ho-nan moins le bassin du Pe-Ho (affluent de gauche du Han-Kiang), le Kiang-Su, la plus grande partie du Ngan-Hweï, et le nord du Tche-Kiang. Elle a pour limites : de Shai-hai-Kouan sur le golfe du Pe-Tchi-li au mont Pei-Chan, la ligne de faîte de la rive gauche du Lan-Ho; du mont Pei-Chan au coude NE du Hoang-Ho, une ligne de hauteurs qui passe au N de Siouen-Hoa; le Hoang-Ho jusqu'au confluent de l'Ouei-Ho; les collines Fu-Niu-Chan et Mu-Ling qui ferment à gauche le bassin du Han-Kiang jusqu'au Yang-tse-Kiang vers Ngan-King; le faîte des bas affluents de droite du Kia-Kiang; puis enfin au travers du Tche-Kiang les hauteurs qui, courant au NE, s'avancent vers la mer jusqu'à Ning-Po.

Comme il fallait s'y attendre, la capitale Pékin a pour les temps modernes accaparé un grand nombre de secousses venues d'ailleurs. Plus anciennement Lo-Yang en a fait autant pour la même raison. En dehors de cela on observe que les parties montagneuses du Chan-Si et du Pe-Tchi-li NO sont riches en centres secondaires d'ébranlement. De la distribution de ces centres on peut inférer que le massif septentrional du Chan-si et la vallée du Fuen-Ho sont assez instables. Le pays entre l'embouchure du Yang-tse-Kiang et le golfe de Hang-Tchéou viendrait ensuite : à Nang-Kin on a attribué le plus grand nombre des secousses de cette région. Enfin suivrait une région d'instabilité dans le Chan-Tong entre Lai-Tchéou et Tsi-nan-fou par l'arête des monts T'ay ou Thay-Chan jusqu'au grand canal et au Hoang-Ho.

1	Pékin	177
2	Lo-Yang	141
3	Nan-King	95
4	Lai-Tchéou	45
5	Sung-Tchéou	23
6	Thay-yuen-fou	21
7	Khaï-fong-fou	20
7'	Yang-Tsaï-Siang (Tchi-fou)	18
—	Chan-Si (Prov.)	18
—	Kian-Su (Kian-nan. Prov.)	17
8	Toung-Tchéou-fou	17
9	Tsin (pays de —)	15
10	Yu-hang-hien	15
11	Lin-Tchéou	13
—	Pe-Tchi-li et Chan-Tong (Prov.)	12
12	Fong-yang-fou	8
13	Schang-haï	8
14	Pou-Tchéou-fou	7
—	Chan-Tong (Prov.)	6
15	Hang-Tchéou (côtes du golfe —)	6
—	Ho-nan (Prov.)	6
16	Hin-Tchéou	5
17	Ping-Yang	5
18	Tai-ngan-fou (Tai-an-fou)	5
—	Chine septentrionale	4
—	Nord de la Chine septentrionale	4
19	Kie-Tchéou	4
20	Ning-Po	4
—	Pe-Tchi-li (Prov.)	4
21	T'ay (Thay-Chan Monts —)	4
22	Tchang-Tchéou	4
23	Young (Yong-Ping-fou)	4
—	Chan-Tong et Kiang-Su (Prov.)	3
24	Hing (district)	3
25	Houa-Tchéou	3
—	Kiang-Su et Ho-nan (Prov.)	3
26	Mo (district ; Jin-Tchéou)	3
27	Sou-Tchéou	3
28	Tai-Tchéou	3
29	Tan-Yang	3
30	Yang-Tchéou	3
31	Wu-soh (Weï-shan-hu)	3
—	Chan-si et Ho-nan (Prov.)	2

32	Ho-Chan (Monts)	2
33	Hu-Tchéou	2
34	Kiang	2
—	Kiang-Su (côtes sud de la Prov.)	2
35	Kin-hoa-fou	2
36	Siang-fou	2
37	Sin-gan-San (Sin-Sou-Sou)	2
38	Siouan-hoa	2
39	Song-Kiang	2
40	Tchang-Tchéou	2
41	Tching-Ting-fou	2
42	Tong-Tchéou	2
43	Tsi-nan-fou	2
44	Tso-Tchéou	2
45	Ao-Chan-Weï (Lai-Tchéou-fou)	1
46	Chang-Ko (pays de —)	1
47	Chan-Tan-Weï (Pe-Tchi-li)	1
48	Chan-Tan-Weï (Kiang-Su)	1
—	Chan-Tong et Ho-nan (Prov.)	1
–	Chan-Tong, Ho-nan et Tche-Kiang (Prov.)	1
49	Cha-Tching	1
—	Sud de la Chine septentrionale	1
50	Cohilonzaa (ant.)	1
—	Fen-Ho (vallée du —)	1
51	Hoai-han-fou	1
—	Hoang-Ho (vallée du —, dans le Ho-nan)	1
—	Hoang-Ho (vallée du —, de Tsi-nan-fou à Khai-fong-fou)	1
—	Hoang-Ho (rive gauche de sa branche NS dans le Cham-Si)	1
53	Hoeï-Jin	1
54	Hoeï-Ki (pays d'—)	1
55	Ho-Kien-fou	1
56	Ho-nan-fou	1
57	Hu-Tchéou (Hui, Hiü-Tchéou)	1
58	Kaï-Ping-Veï	1
59	Khalgang	1
60	Kouang-Ping (Phing-Tchéou, Quang-Tin-fou)	1
61	Lai-Tchéou (presqu'île de —)	1
62	Lang-Ye (pays de —)	1
62'	Lin-Houi-Tsing	1
63	Ling-youey-Sian	1
64	Lo-Ping	1
65	Lou (pays de —)	1
66	Lou-Chan (Monts)	1
67	Ngen-Tchéou	1
68	Ouey (district)	1
69	Ouey-Tchéou (Weï)	1
70	Pao-Ting-fou	1
—	Pe-Tchi-li et Chan-Si (Prov.)	1
—	Pe-Tchi-li et Leao-Toung (Prov.)	1
71	Ping-Tchéou	1
72	Schan-Yang (pays de —)	1
73	Schen-Chow	1
74	Sian-Hia-Ling	1
75	Sin-Yang	1
76	Soui-Kéou	1
77	Sung-Chan	1
78	Tai (côte SO du lac —)	1
79	Tai-Tchéou	1
80	Tai-Tong-fou	1
81	Tay (pays de —)	1
82	Tchang-te-fou	1
83	Teng-Tchéou	1
84	Thsing-Tchéou	1
85	Tin-Haï (Ile —)	1
86	Tin-Tsiang	1
87	Tsin-Tsiang-fou	1
88	Tsin-Pin-Lou	1
89	Tsin-Tchéou	1
90	Van-Siouen	1
91	Vou-ha	1
92	Yao-Tching	1
93	Yen-hien	1
94	Yen-Tchéou (Tche-Kiang)	1
95	Yen-Tchéou (Chan-Tong)	1
96	Yeou-Tchéou	1
97	Yng (district)	1
98	You-Tchéou	1
99	Yo et So (districts)	1
100	Y-Yang	1

II. Chine occidentale.

43 localités et 853 séismes.

Cette région comprend la grande boucle du Hoang-Ho (pays des Ordos, Chen-Si et Kan-Su oriental), le Sse-Tchuen et la plus grande partie du Koueï-Tchou. Elle a pour limites : le Hoang-Ho depuis son confluent avec le Oueï-Ho jusqu'au sud du Koukou-Noor près de Si-ning ; les hauteurs de la rive droite du cours supérieur du Hoang-Ho et les monts Jün-Ling dans le pays des Si-Fan ; le bas Ta-Tchang et le Yang-Tse-Kiang jusqu'aux environs de Tchao-Toung ; une ligne de faîte jusqu'au pays des Miao-Tse ; puis jusque près de Koueï-Tchéou sur le Yang-Tse-Kiang, la ligne de faîte entre ses deux affluents le Ou-Kiang et le Jouan-Kiang ; enfin une ligne conventionnelle de Koueï-Tchéou au coude de l'Hoang-Ho à son confluent avec le Oueï-Ho.

Les chaînes du Pe-Chan et du Tsien-Lin sur la rive droite de l'Oueï-Ho paraissent la partie la plus instable de Min-Tchéou-Weï à Hoa-Tchéou en passant par l'antique capitale Si-ngan-fou. Puis viendrait le pays montagneux des Si-Fan dans l'ouest du Sse-Tchuen auquel on peut vraisemblablement attribuer la plus grande partie des secousses du centre de cette province. Enfin les hauts bassins du Ma-Liang-Ho et du King-Ho au nord de Pin-Liang à l'ouest de la frontière du Chen-Si et du Kan-Su oriental. Un centre secondaire d'ébranlement existe peut-être dans le Koueï-Tchéou vers le haut U-Kiang.

—	Sse-Tchnen (prov.)	384	3	Hoa-Tchéou	101
1	Kien-Wey	125	4	Si-ngan-fou (Tchang-ngan)	36
2	Min-Tchéou-Wey (Min-Tchéou-fou)	102	5	Kin-yang	22

6	An-nan-Wey	14
7	Tching-Tou-fou	10
—	Koueï-Tchou (prov.)	4
8	Nan-ngan (district)	4
9	Ya-Tchéou (Y-Tchéou)	4
10	Wa-Ting	4
11	Chen-si (prov.)	3
12	Lan-Tchéou-fou	3
13	Ma-Hou-Tchéou	3
—	Chen-si central	2
14	Kien-ngan (district)	2
15	Kin (King-Tching)	2
16	Lan-Tien	2
17	Tchoung-Tcheng (Tchong-King)	2
18	Thsin-Tchéou (Tsin-ning)	2
19	Chan-in-Sian	1
—	Chine occidentale.	
20	Chi-Tsuen	1
21	Chou (pays de —)	1
22	Han-yang (district)	1
—	Hoang-Ho (rive droite du —, dans le chen-si)	1
23	Ho-Tchéou	1
24	Houan-Tchéou	1
25	Khai-Tching	1
26	Khouei-Tchéou	1
27	Ky (pays de —)	1
28	Ling	1
29	Mi (Mey)	1
29'	Nan-Khiang (pays de —)	1
30	Pao-Ning (Pao-King)	1
—	Sse-Tchuen central	1
31	Tchéou (pays de —)	1
32	Thsin (Tsin-ngan)	1
33	Yang-Tsin-Veï	1
34	Yeou-fou-fong	1
35	Yn et Ping (districts)	1
36	Young-Tchéou	1

III. Chine centrale.

23 localités et 245 séismes.

Cette région comprend le sud du Ho-nan, le Hu-nan, l'extrême ouest du Koueï-Tchou et le Kiang-Si. Au nord et à l'ouest elle confine à la Chine septentrionale et à la Chine occidentale respectivement. Au sud elle est limitée par la chaîne de la rive gauche du Si-Kiang ou monts Nan-Chan, et par la chaîne du Fo-Kien occidental ou monts Ta-Jü-Chan.

La Chine centrale paraît beaucoup plus stable que les deux régions précédentes. Ou-Chang-fou a accaparé de nombreuses secousses dont il est difficile d'assigner l'origine probable. Quant à Nan-Yang, cette ville doit faire partie du centre d'instabilité de Lo-Yang dans la Chine septentrionale, et qui selon toute apparence est constitué par les deux versants de la chaîne des monts Fou-Niou-Chan.

1	Ou-Tchang-fou	160	—	Kiang-Si et Hou-Kouang (prov.)	1
2	Nan-Yang	43	11	Ki-ngan	1
3	Mi-Ling (Nan-chan, monts)	8	12	Miao-Tse (pays des —)	1
4	Ou (pays de —)	5	13	Siang-Tchéou	1
5	Kia-Kiang (basse vallée du —)	4	14	Siang-Yang	1
6	Han-Khow	3	15	So-Son-hien	1
—	Kiang-Si (prov.)	3	16	Tong-Tin-hou (lac —)	1
7	Entre le Han-Kiang et le Yang-Tse Kiang	2	17	Tchang-cha	1
8	King-Tchéou	2	18	Tsin-Yang	1
9	Tchen-Tsian-fou	2	19	Yo-Tchéou	1
10	Chan-Yong (Schan-nan)	1	20	Yiouen-Tchéou	1
			21	Y-Yang	1

IV. Chine méridionale.

25 localités et 80 séismes.

Cette région comprend le sud du Tche-Kiang, le Fo-Kien, le Kouang-Toung, le Kouang-Si et l'île d'Haïnan. Elle confine aux trois régions précédentes, au Yun-nan et au Tonkin, et est limitée au sud par la ligne de faîte entre le Ju-Tchang (affluent de droite du Si-Kiang) et le Ngan-Nank.

La Chine méridionale ainsi définie semble assez stable, sauf peut-être la côte montagneuse du Tche-Kiang et du Fo-Kien de Ning-Po à Hong-Kong. Il faut cependant observer que les secousses connues n'y sont pas très nombreuses en dépit de l'ancienneté relative de l'établissement des Européens dans les ports à concessions. L'île d'Haïnan est peut-être instable, le poète national Ch'iu ayant signalé 14 désastres de 1523 à 1822.

1	Ile d'Haïnan	14	7	Amoy	4
2	Fou-Tchéou-fou	10	—	Fo-Kien (côtes du —)	4
3	Taï-nin-fou (Huang-Si)	7	—	Si-Kiang (vallée du —)	3
4	Hong-Kong	6	8	Tchang-Tchéou-fou	3
5	Macao	6	9	Wen-Tchéou	3
6	Thsian-Thian (Tsin-Tien)	5	10	Cha-Tchéou (Swatow)	2

11	Canton (Kouang-Tchéou)	1
—	Chine (côte SE de la —)	1
—	Fo-Kien et Tche-Kiang (côtes des prov. de —)	1
—	Fo-Kien et Kouang-Tong (prov.)	1
12	Hai-fong-Tsien (Hai-fung-hian)	1
13	Hoey-Ky (pays d'—)	1
—	Kouang-Tong (prov.)	1
14	Kouang-Tchéou (district)	1
15	Niao-Tong-Kiang (vallée du —)	1
16	Ou-Tchéou-fou (Wu-Tchéou)	1
17	Tchao-Tchéou	1
—	Tche-Kiang (prov.)	1
18	Tsoung-houa-Tsiang	1

V. Corée et Leao-Toung.

12 localités et 50 séismes.

Cette région comprend la Corée et les provinces chinoises de Sching-King et Leao-Toung jusqu'au faîte de partage de la rive gauche du Lan-ho qui rejoint au mont Pei-chan la chaîne Chingan entre la Mandchourie et la Mongolie. La limite septentrionale est formée par le Shara-Muren (affluent du Sira-Muren), par cette dernière rivière (affluent du Leao-ho) jusqu'à son coude à Ki-Jüen, puis par les monts Schanian-Alin, enfin par le bas Tamian-Kang jusqu'à la mer du Japon à la baie Possiet.

La très grande pauvreté des documents rend risquée toute appréciation sur le plus ou moins de stabilité de la région. Cependant on peut supposer la Corée très stable par ce fait que les annales historiques Tong-Kuk-Thong-Kham et Kuk-Cho ne donnent que 27 tremblements de terre de 57 avant Jésus-Christ à 1766 et spécifient que seuls ceux de 719 et de 1518 ont été « sérieux. »

1	Kokuli	18
2	Kwang-jü	7
—	Corée	6
3	Séoul (Silla, Kiöng, Ha-niang)	4
4	Chölla-Do	3
5	Nin-Juän-Veř	3
—	Leao-Toung (prov.)	2
6	Niou-Tchouan (Yng-Tse)	2
—	Ta-ning (département)	2
7	Fong-Houang-Tcheng	1
8	Leao-Yang-fou	1
9	Y-Tchéou	1

Quant aux régions suivantes les documents sont excessivement peu nombreux, mais encore ce n'est que très récemment que s'est dissipée un peu l'obscurité de leur géographie.

VI. Mandchourie et Mongolie.

4 localités et 8 séismes.

Cette région est certainement très stable. Ourga doit faire partie de la région transbaïkalienne si instable de la vallée de la Selenga, et Aïgoun resterait le seul centre secondaire d'ébranlement propre à la région. Citons seulement pour mémoire les manifestations volcaniques de l'Oïoune-Kholgoun, si remarquables par l'anormal éloignement de ce point de la mer.

1	Aïgoun	3	3	Ourga	2
2	Chan-Tou	2	4	Oïoune-Kholgoune	1

VII. Dzoungarie chinoise, Turkestan chinois et Pamir.

7 localités et 88 séismes.

Tach-Kourgane, dont on connaît un grave désastre, est probablement un centre important d'ébranlement là où la vallée du Yarkand-Daria, jusque là dirigée vers l'intersection des massifs du Pamir et du Karakorum, est brusquement rejetée vers le sud. La Dzoungarie chinoise est très certainement beaucoup plus stable que la Dzoungarie russe, et de même le versant sud des Tien-Schan plus que leur versant nord ou l'Issyk-Koul.

1	Tach-Kourgane	80	4	Kaschgar	1
—	Dzoungarie chinoise	2	5	Tarim (bassin du —)	1
2	Aksou	2	6	Tchougoutchak	1
3	Chie-Chow (Schi-Cho)	1			

VIII. Kan-Su.

10 localités et 112 séismes.

Cette région s'étend en longueur sur le flanc nord des Nan-Chan jusqu'au Hoang-Ho. Elle est peut-être assez instable.

1	Yeou-Yuen (Oueï-Yuen)	80	6	Si-ning	1
2	Liang (Leang)-Tchou-fou	10	7	So-Tchéou	1
3	Long-Sy (pays de —)	8	8	Tchang-Lang-Veï (Tchouang-Lang-yng)	1
4	Ning-Hia (Nin-Sia-fou)	6	9	Young-Tchang-fou	1
—	Kan-Su (prov.)	2			
5	Kan-Tchéou-fou	2			

IX. Thibet et Yun-nan.

23 localités et 134 séismes.

Du Thibet l'on ne sait absolument rien. Le Yun-nan est au contraire très certainement d'une grande instabilité de Ba-Thang à Yun-nan-fou et de Ta-li-fou à Ho-Tsin. On y connaît de graves désastres.

1	Yung-ning-Veï	30	11	An-Tchéou	1
2	Tchu-jung-fou	28	12	Chang-Ruh (Tchang-Kou)	1
3	Ho-Tsin (Ho-Si-Sin, district)	17	13	Yung-Pe-Ting (Yung-Peï)	1
4	Ba-Thang (Pa-Tang)	12	14	Kada	1
—	Yun-nan (prov.)	10	15	Lin-ngan-fou	1
5	Ta-li-fou	8	17	Schih-Ping et Kien-Shui	1
6	Moumeïn (Mou-Mi-Houan, Teng-Yueh-Ting)	6	18	Sien-Tien	1
7	Guia-gni-Ting	4	19	Tangoutes (pays des —)	1
8	Mine-Houa-Ting (district)	3	20	Te-King	1
9	Nan-chan (monts)	2	21	Toung-Tchouan	1
10	Yun-nan-fou	2	22	Tsin-Toui-Veï	1
			23	Wu-Ting	1

On connaît en outre pour l'ensemble de la Chine 467 séismes généraux ou mal déterminés.

B) L'ASIE DÉSERTIQUE

(*Syrie, Arabie et Perse.*)

Cette partie de l'Asie, qui s'étend de la Méditerranée et de la mer Rouge aux avants-monts du plateau central, ne se présente pas sous de meilleures conditions que la Chine au point de vue des documents sismiques. Elles sont peut-être encore plus défectueuses.

On a établi 7 régions pour lesquelles on connaît seulement 409 séismes correspondant à 86 localités.

I. Syrie et Palestine.

28 localités et 188 séismes.

Cette région est bornée au nord par la ligne de hauteurs de l'Akma-Dagh entre l'angle SE du golfe d'Alexandrette et le coude que fait vers le NE l'Euphrate au NO d'Urfa ; elle est limitée à l'est par une ligne conventionnelle à peu près parallèle au rivage de la Méditerranée jusqu'au fond du golfe Elanitique.

Les désastres d'Alep et surtout d'Antioche sont célèbres dans l'histoire. La côte jusqu'à Saint-Jean-d'Acre viendrait ensuite comme instabilité décroissante du N au S.

1	Alep	50	11	Sayda (Sidon)	2
2	Antioche	36	12	Baalbeck	1
—	Syrie	27	13	Ghor (El)	1
—	Syrie et Asie Mineure	11	14	Jéricho	1
—	Syrie et Chypre	10	15	Liban (vallée du —)	1
3	Jérusalem	7	16	Mar Dschurdschus (Gordjos)	1
4	Beyrout	6	17	Markab	1
—	Palestine	5	—	Palestine et Arabie	1
5	Tripoli	5	18	Roum-Kaleh	1
6	Aïn-Hamadi	4	19	Sichem	1
7	Damas	3	20	Sinaï (Mont)	1
8	Lattakieh (Yanah)	3	21	Tyr	1
—	Syrie et Palestine	3	22	Yarpouz	1
9	Saint-Jean-d'Acre	2			
10	Ramlah	2			

II. Mésopotamie.

12 localités et 48 séismes.

Les limites de cette région très stable sont : le cours de l'Euphrate depuis le coude précédemment indiqué jusqu'à son coude vers l'ONO à Telek au sud de Kharpout; le flanc du Karadja Dagh et du Tour Abdîn jusqu'au Tigre à Djeziret-Ibn-Omar ; une ligne SO-NE au travers du plateax Chatakh des Kurdes Hartouch jusqu'à la frontière persane vers Kotour ; cette frontière jusqu'au mont Tehehil; l'indécise ligne de faîte entre le plateau d'Iran et les affluents de gauche du Tigre jusqu'au Kouhi-Rang ; les collines de la rive gauche du Karoun jusqu'à l'embouchure du Chatt-el-Arab ; puis séparant la Mésopotamie de l'Arabie une ligne allant du golfe de Kadhima sur le golfe Persique à Tedmour (Palmyre).

L'instabilité, très faible d'ailleurs, se manifeste surtout le long de l'Euphrate.

1	Bagdad	19
2	Kerkouk	6
—	Mésopotamie	6
—	Bagdad (province de —)	4
3	Bassorah	4
4	Kouk-El-Haï	3
5	Fao	1
6	Mossoul	1
—	Mossoul (province de —)	1
7	Salolaki	1
8	Sigear (Mont Sindchar Dagh)	1
9	Souk-El-Cheik	1

III. Arabie.

8 localités et 19 séismes.

Les documents font presque complètement défaut. On doit penser que la côte de l'Iemen entre Aden et Moka jouit d'une certaine instabilité. Puis viendrait la côte à hauteur de La Mecque.

1	Aden	5	4	Moka	2
—	Arabie	4	5	Korah (Kara)	1
2	La Mecque	3	6	Mascate	1
3	Médine	2	7	Taïz	1

IV. Farsistan, Mekran et Béloutchistan méridional.

12 localités et 66 séismes.

Cette région s'étend le long du golfe Persique et de la mer des Indes sur les pentes méridionales du plateau de l'Iran.

Les environs de Chiraz, qui a subi plusieurs désastres, sont probablement très instables. On connaît une catastrophe sismique grave à l'île de Kischm.

1	Ile de Kischm	34	5	Guadir	1
2	Chiraz	18	6	Kaleh-i-Toul	1
3	Bender-Bushire	3	7	Kelat	1
—	Perse	3	8	Mucharageh	1
4	Ardschan	1	—	Perse et Arabie	1
—	Béloutchistan méridional	1	9	Schwarzan	1

V. Iran.

12 localités et 17 séismes.

L'Aderbeidjan sismique (Tabriz), très instable d'ailleurs, a été décrit avec l'empire russe comme dépendant à ce point de vue de la région arméno-caucasique. Il est séparé de l'Iran par une ligne EO partant de l'extrémité N du lac d'Ourmiah jusqu'à Kotour ; par la côte de ce lac jusqu'au golfe de Khanaga ; puis par une ligne de faîte à peu près OE passant par le Sehend Kuk et le massif du Khelkhal jusqu'à la Caspienne à Lisân.

L'Iran paraît en général très stable. Cependant on connaît un grave désastre à Gandjabad. Les environs de Mianeh ou le versant sud du Khelkhal, puis ceux de

Kaschan viendraient ensuite. Ces deux centres ont aussi connu des catastrophes.

1	Teheran	3	8	Ispahan	1
2	Kaschan	2	9	Khelkhal (massif du —)	1
3	Khoroat	2	10	Menzil	1
4	Mianch	2	11	Ourmiah (environs du lac d'—)	1
5	Dehinar	1			
6	Gandjabad	1	12	Songoor (Mont —)	1
7	Hamadan	1			

VI. Ghilan et Mazenderan.

6 localités et 50 séismes.

Il s'agit là du versant nord de l'Iran sur la mer Caspienne de Lisân à l'angle SE de cette mer près d'Astrabad. L'instabilité y a peut-être quelque importance, surtout dans le golfe de Recht.

1	Rhecht	45	4	Enséli	1
2	Altchaki	1	5	Les Portes Caspiennes	1
3	Ile Ashurada	1	6	Tash	1

VII. Khorassan.

8 localités et 21 séismes.

Cette région, sur le flanc nord-est du plateau de l'Iran, est probablement très instable aux environs de Kabouchan qui a souffert plusieurs catastrophes.

—	Khorassan	6	4	Bihak	1
1	Kouban (Kabouchan)	6	5	Kelat	1
2	Ramazan	3	6	Masched	1
3	Maadan	2	7	Nischapoor	1

Nantes, le 5 mars 1899.

SUR DES RESTES HUMAINS

PROVENANT

DE DIVERSES STATIONS LACUSTRES

DE L'AGE DU BRONZE

PAR

Eugène PITARD.

J'ai eu l'occasion dernièrement, d'étudier quelques débris humains, entre autres des restes de crânes provenant d'habitations lacustres. Deux de ces pièces appartiennent à la collection de M. le Dr Brière à Genève, les autres au Musée de Fribourg. Ni les uns, ni les autres n'ont encore été décrits. Or, on sait la rareté de ces documents anthropologiques. MM. Studer et Bannwarth[1] ont décrit et figuré, il y a quelques années, ceux qui étaient connus à ce moment-là; l'année dernière, mon ami, le professeur Schenk, de Lausanne, en a retrouvé dans le Musée archéologique de cette ville et a publié à leur sujet un intéressant travail[2].

[1] Studer et Bannwarth. *Crania helvetica antiqua* in-4°. Leipzig 1894.

[2] Schenk. Description des restes humains provenant de sépultures néolithiques, etc. *Bull. Soc. vaud. des Sc. nat.*, vol. XXXIV, n° 127, 1898.

M. le docteur Brière m'a remis deux calottes craniennes, dont l'une en assez bon état ; je les décrirai en premier lieu. M. le professeur Musy, directeur du Musée d'histoire naturelle de Fribourg, m'a confié trois pièces et quelques débris de moindre importance, plus une moitié de maxillaire inférieur et un fémur incomplet. Les premiers (collection Brière) proviennent tous deux de Corcelettes, au bord du lac de Neuchâtel ; les trois autres (collec. Musée Fribourg) ont été ramassés les uns à l'embouchure de la Broye, les autres à Estavayer.

I.

Crânes de Corcelettes.

Ces restes de crânes ont été découverts ; le n° 1 par M. Brière lui-même, en 1884 ; le n° 2 par un tiers en 1883. Tous deux à un mètre de profondeur environ, dans une couche archéologique assez riche en objets de bronze. Suivant les renseignements que me fournit M. Brière, toute la station, ou au moins une bonne partie de celle-ci était, au moment des recherches, hors de l'eau ; les fouilles ont donc été faites sur terre ferme, à la pioche.

N° 1. Calotte cranienne en assez bon état ; très probablement du sexe masculin. Il manque les temporaux et une partie de l'occipital. Celui-ci est brisé non loin de l'opisthion. Ce crâne est allongé. Vu de profil (fig. 1) il présente une courbe harmonieuse sur tout son pourtour. L'occipital ne présente pas de chignon. Le front n'est pas élevé.

Vu de face (fig. 2) la glabelle est forte, les arcs sourciliers bien développés, les crêtes frontales assez divergentes;



Fig. 1.



Fig. 2.

les bosses frontales sont modérément accusées. Comme autres caractères voici ce qu'il convient de relever :

Les sutures sont très visibles, fortement dentelées, surtout la lambdoïde. Cette dernière présente deux petits os wormiens, l'un dans la branche de droite, l'autre au lambda. Les sinus frontaux sont fortement développés. Comme coloration, ce crâne a la patine brune caractéristique de presque tous les crânes lacustres que j'ai pu examiner.

Les mesures qu'il a été possible de prendre sur ce crâne sont les suivantes :

diamètre antéro-postérieur maximum		187
»	métopique	184
»	transverse max.	134 (?)
»	frontal minimum	89
»	» maximum	116 (?)
»	occipital maximum	104 (?)
Courbe sous-cérébrale		23
»	frontale	106
»	pariétale	134
»	occipitale cérébrale	64

Nous ne pouvons présenter que l'indice céphalique obtenu par le procédé ordinaire, auquel nous ajoutons le même, obtenu non plus avec le diamètre antéro-postérieur, mais avec le diamètre métopique.

Indice céphalique	n° 1	71.65 (?)
» id.	n° 2	72.82 (?)

Ce crâne est donc un vrai dolichocéphale.

N° 2. Partie seulement d'une calotte cranienne épaisse et très solide ; évidemment masculine. Le crâne a dû être allongé. Dans l'endocrâne la feuille de figuier est fortement accusée. L'exocrâne ne présente rien de spécial : les sutures coronale et sagittale sont très dentelées. Les bords de cette calotte ne paraissent pas avoir été cassés naturellement. Ils sont abattus de telle façon, que la voûte du crâne forme une espèce de coupe. Le fond de cette coupe est percé d'un trou qui est creusé dans le pariétal droit à 19 mm. environ de la suture coronale. La per-

sonne qui a découvert cette calotte cranienne a assuré que ce trou existait au moment de la trouvaille et que ce n'est pas le résultat d'un coup de pioche. Cela nous paraît singulier. Nous ne pouvons pas croire qu'il s'agit là d'une trépanation. Cette ouverture n'en présente nullement les allures.

Ce reste de crâne est très épais. Les pariétaux, dans leur partie postérieure ont jusqu'à 8 mm. d'épaisseur; le frontal de chaque côté de la crête coronale a environ 5 millimètres. Ce crâne a dû être dolichocéphale. Il n'y a pas moyen de prendre des mesures, en dehors des suivantes :

frontal maximum	120 (?)
courbe pariétale. .	127

II.

Crâne de la Broye.

Par suite de remaniements dans les collections du Musée de Fribourg, on n'est pas très certain de l'exacte provenance de cette pièce. Elle a été découverte soit dans le canal de la Broye, soit, dit M. Musy, dans la station du bronze de Sugiez, qui est dans le voisinage immédiat.

La forme en est très allongée. Vue de face (fig. 3),



Fig. 3.

elle présente une glabelle saillante et des arcades sourci-

lières très accusées. Le front n'est pas large, les crêtes frontales divergent fortement; les bosses frontales sont bien dessinées. Vue de profil (fig. 4), la même courbe



Fig. 4.

harmonieuse que nous avons relevée sur le crâne de Corcelettes se rencontre ici ; l'occipital devait former un peu le chignon. On ne se rend pas bien compte de la valeur de celui-ci parce qu'il y a déformation posthume d'une partie de l'occipital. La trace de l'écaille du temporal est allongée d'avant en arrière. Les sutures sont dentelées, surtout la lambdoïde. L'inion est peu accentué. Les lignes courbes supérieures de l'occipital forment nettement le bourrelet.

Dans l'endocrâne, la feuille de figuier est très accusée pour le pariétal droit. La table interne du pariétal gauche est complètement usée et une partie du diploé a disparu. Les sinus frontaux sont fortement developpés et la crête coronale est très saillante. L'épaisseur des os est grande : jusqu'à 9 millimètres, frontal gauche.

Ce crâne porte, extérieurement, sur la partie droite du

frontal, à 16 millimètres environ de la branche droite de la suture coronale, une impression ovalaire, qui paraît avoir été produite sur le vivant par un instrument contondant. Cette impression a une longueur de 9 $^1/_2$ millimètres, une longueur de 8 millimètres et une profondeur de 2 millimètres environ. Sur cet espace, la table supérieure du crâne a été enfoncée ; mais il n'y a pas d'éclats osseux. Cette impression est un peu plus profonde dans la région postérieure comme si le coup avait été donné d'avant en arrière. Quant à connaître quelque chose de l'instrument qui a donné ce coup, j'avoue mon incompétence. Peut-être s'agit-il tout simplement d'un coup de pioche — *post mortem* !

Ce crâne a la patine caractéristique des crânes lacustres.

Voici les chiffres des mensurations que nous avons pu obtenir :

diamètre antéro-postérieur max.	196 (?)
» métopique	193 (?)
» frontal max	118
Courbe sous-cérébrale	20
» frontale	125
» pariétale	145
» occipitale cérébrale.	72

Il n'est pas possible d'évaluer l'indice céphalique mais il est hors de doute que le chiffre de celui-ci aurait été peu élevé plaçant ce crâne parmi les vrais dolichocéphales.

Crânes d'Estavayer.

N° 238 de la collection du Musée de Fribourg. Calotte cranienne incomplète ne comportant que le frontal et les

pariétaux, et encore ces os sont-ils aussi incomplets. Crâne épais, probablement masculin. L'exocrâne ne présente rien de particulier. Toujours la même patine brune; les sutures sont nettement dentelées. Vue de profil, la courbe est identique à celle des crânes précédemment examinés.

L'endocrâne montre une forte impression de la feuille de figuier (pariétal gauche). La seule mesure possible est celle de la courbe frontale. Elle donne 120 mm.

N° 2 de la collection du Musée de Fribourg. Partie postérieure d'un crâne comprenant presque tout l'occipital, une bonne partie des pariétaux et un fragment du frontal. Il provient de la collection Grangier. Les sutures sagittale et lambdoïde sont très dentelées, particulièrement la lambdoïde. Un petit os wormien se trouve au lambda. L'inion est peu proéminent. L'exocrâne de même que l'endocrâne ne présentent rien de particulier; il faut pourtant signaler la forte courbure postérieure des pariétaux qui ferait croire à un crâne moins allongé que les autres décrits ci-dessus :

diamètre occipital max......	108
courbe pariétale...........	128
— occipitale cérébrale...	55
— — cérébelleuse.	44

Avec ce dernier débris de crâne se trouvait un maxillaire inférieur cassé portant encore les deux canines ainsi que les molaires de la branche droite. C'est une mâchoire solide, épaisse, aux attaches musculaires puissantes. Les dents sont très régulièrement implantées. Celles qui sub-

sistent sont en fort bon état. Le rebord mentonnier n'est pas saillant, les apophyses geni sont bien développées. J'ai pris sur cette pièce incomplète les mesures suivantes:

hauteur symphysienne.....	34
» molaire........	31.5
corde gonio-symphysienne.	83

l'épaisseur, à la hauteur de la dernière molaire = 17,5 millimètres.

D'autres fragments qui m'ont également été remis par le Musée de Fribourg ne peuvent pas être décrits.

Fémur incomplet.

N° 5 de la collection du Musée de Fribourg. Aux restes de crânes provenant de la station d'Estavayer était associé un fémur de moyenne taille dont les deux extrémités sont en mauvais état. Cette pièce n'est pas mesurable quant à sa longueur. De telles parties du squelette sont très rares dans les stations lacustres. Ce fémur (droit) a appartenu à un adolescent. Il est également recouvert d'une patine brune comme celle que nous avons indiquée à propos des restes humains décrits ci-dessus.

La tête de cet os ainsi que le grand et le petit trochanter ont été rasés. Il en est de même de la partie inférieure qui est cassée un peu au-dessus de la tubérosité du condyle externe. La ligne âpre est peu saillante. On a de la peine à distinguer les lignes étendues de l'angle inférieur de bifurcation à la tubérosité des condyles. En superposant ce fémur sur d'autres fémurs, de façon

à obtenir approximativement sa longueur, on trouve que celle-ci devait être d'environ 400 millimètres.

Les seules mesures qu'il est possible de prendre sont les suivantes :

Circonférence minimum...............	70mm
Diamètre sous-trochantérien, transverse..	26,5
» » antéro-postér.	21,5
Diamètre, partie moyenne: transverse....	24
» » antéro-postér.	21

L'indice de platymérie = 81,13 et l'indice pilastrique = 87,50. Mais ces chiffres ne peuvent servir que d'indications, vu la qualité du fémur examiné.

LES

VARIATIONS DE LONGUEUR DES GLACIERS

DANS LES RÉGIONS ARCTIQUES ET BORÉALES

PAR

Charles RABOT

DEUXIÈME PARTIE

AVANT-PROPOS

Depuis la publication de la première partie[1] de ce mémoire, les glaciers des régions arctiques et boréales ont été l'objet de plusieurs travaux importants. C'est d'abord l'ouvrage considérable du professeur Erich von Drygalski, relatif au Grönland[2], une description des glaciers de la Norvège méridionale[3] par le professeur Richter, enfin une étude de M. Israël Russell sur les formes glaciaires actuelles de l'Amérique du Nord[4].

[1] Charles Rabot. *Les variations de longueur des glaciers dans les régions arctiques et boréales.* Première partie, *Archives des sciences phys. et nat.*, Tome III, février 1897.

[2] *Grönland-Expedition der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin, 1891-1893, unter Leitung von Erich von Drygalski.* 2 vol. in-8°, Berlin, 1897.

[3] *Die Gletscher Norwegens.* in *Geographische Zeitschrift*, 1896. II, 6.

[4] *The Glaciers of North America.* in *Geographical. Journal,* 1898, XII, 6.

Chacun de ces auteurs a proposé une classification et une nomenclature des glaciers différentes de celles que j'ai suivies ; aussi bien me paraît-il nécessaire de soumettre à une étude critique ces divisions et d'établir l'équivalence des divers termes employés pour définir une même forme glaciaire. Faute d'une entente, la plus grande confusion ne tarderait pas à régner dans la nomenclature glaciaire et les géologues qui n'ont pas visité les régions arctiques seraient exposés aux plus graves méprises. En veut-on un exemple, le *glacier norvégien* de Forbes, de Heim et de Richter, devient avec von Drygalski une variété de l'*Hochlandeis*, un *local-ice-cape* d'après Chamberlin, et un *inlandsis* dans la première partie de ce mémoire.

Une classification des glaciers doit être établie, soit d'après les formes topographiques affectées par la glaciation, soit d'après l'intensité avec laquelle elle se manifeste.

Dans le premier cas, le caractère spécifique est évidemment la position relative du bassin d'alimentation du glacier par rapport à tout ou partie du relief qui le renferme. Ce bassin se trouve-t-il dans un cirque de montagnes, c'est-à-dire, en contre-bas des cîmes, on a le type de glaciation alpine. Le réservoir, au lieu d'être dominé, occupe-t-il, au contraire, une position dominante, couvre-t-il un plateau d'où descendent vers les régions inférieures des courants de glace, nous nous trouvons en présence de la forme polaire. En conséquence, j'ai divisé les glaciers en trois catégories : 1° glaciers polaires ou *inlandsis*, 2° glaciers alpins, 3° glaciers alpins-norvégiens ou composites, ces derniers représentant les types intermédiaires entre les deux autres classes.

La première catégorie comprend toutes les nappes glaciaires présentant le caractère spécifique indiqué plus haut, celle de l'intérieur du Grönland, comme celle de la Terre du Nord-Est au Spitsberg, la Vatnajökull, le Myrdallsjökul, etc., en Islande, le Jostedalsbræ, etc. en Norvège. Toutes dérivent, en effet, du même type de glaciation et ne diffèrent les unes des autres que par l'intensité du phénomène. Supposons que le Jostedalsbræ et le Folgefonn en Norvège, viennent à s'étendre pendant une longue période, ils constitueront un *inlandsis* comme celui du Grönland, de même si l'*inlandsis* du Grönland diminuait progressivement, dans plusieurs régions subsisteraient des coupoles de glace, semblables au Jostedalsbræ ou au Folgefonn.

La création d'une classe intermédiaire entre le facies alpin et le facies polaire me paraît, d'autre part, absolument nécessaire. Si cette division n'a pas été proposée auparavant, c'est que les glaciers de cette catégorie ont été jusqu'ici très peu étudiés et ont passé presque inaperçus. Un des plus importants, le massif des Oxtinder (Norvège), n'a été visité que par moi et par les officiers de l'Etat-Major norvégien qui en ont dressé la carte. Du reste, après avoir exploré le Jotunheim (Norvège) où les courants de glace appartenant à cette classe sont abondants, M. Œyen reconnaît, comme moi, l'utilité d'une rubrique spéciale pour cette forme de glaciation[1]. Le professeur Richter a également signalé ce type particulier[2].

Le Dr E. von Drygalski a proposé une classification toute

[1] P. A. Œyen. *Isbræstudier i Jotunheim*. in *Nyt Magazin for Naturvidenskaberne*. 1893, Kristiania, XXXIV, 1, p. 24.
[2] Richter, *Loc. cit.*, p. 316,

différente. Etablie d'après l'intensité de la glaciation, elle comprend simplement deux grandes divisions[1] : les *Inlandsis* d'une part, et de l'autre les *Hochlandeis* et les glaciers littoraux (*Küstengletscher*). Le caractère spécifique choisi par l'éminent géologue allemand est l'indépendance plus ou moins grande du glacier quant au relief du sol qui le supporte. La masse de glace est-elle tellement considérable, que son écoulement n'est que peu ou point influencé par les accidents du sol, forme-t-elle une inondation recouvrant tout le pays, on a le type de l'*inlandsis* et au Grönland la représentation la plus parfaite de cette forme. Le revêtement cristallin est-il moins épais, se modèle-t-il sur le terrain, devient-il une simple carapace s'appliquant sur les inégalités du sol, c'est l'*Hochlandeis* et ce second type primordial de glaciation se divise à son tour en différentes catégories suivant le facies que le sous-sol impose à la glace.

Cette classification, très judicieuse, doit être retenue, quoique, dans l'état de nos connaissances, elle ne soit pas très pratique. Nous ignorons en effet si sur les grandes nappes d'Islande l'écoulement de la glace est dépendante ou non du relief du sol, en un mot, si elles constituent des *inlandsis* dans le sens que le professeur E. von Drygalski donne à ce terme. De plus, il reste à s'entendre sur les divisions de l'*Hochlandeis* notamment sur une dénomination applicable aux nappes, plus ou moins épaisses, plus ou moins étendues, recouvrant des surfaces campaniformes dont l'écoulement est déterminé par le relief du terrain. Le terme de *glacier norvégien*, employé par Forbes et adopté ensuite par un grand

[1] E. von Drygalski. *Loc. cit.*, I p. 298.

nombre de géologues, pour désigner cette forme glaciaire doit être rejeté, comme évoquant une idée toponymique inexacte. Loin, en effet, d'être spéciaux à la Norvège, comme le ferait croire cette rubrique, les glaciers de ce genre se rencontrent, au contraire, dans presque toutes les régions arctiques et boréales, en Norvège, en Islande et au Grönland. Pour ce type glaciaire, si l'on adopte la classification Drygalski, la dénomination anglaise: *local-ice-cape* ou celle de *Plateau-gletscher*, employée par Richter, me paraît excellente. Dans la même classe seraient également comprises les « calottes glaciaires » (*Kalloten-gletscher*) de Richter, qui sont en somme des *local-ice-capes* à l'état minimum.

Dans l'Alaska, le professeur Israël C. Russell a signalé l'existence d'une forme glaciaire très curieuse. C'est le « piedmont glacier » qui est le contraire de l'*inlandsis*. Au Grönland, une mer de glace occupe une position dominante et s'écoule vers les régions inférieures, canalisée par des crêtes qui émergent peu à peu de la nappe cristalline. Toute différente est la situation dans plusieurs régions de l'Alaska, notamment à la base méridionale du Mont Saint-Elie. Les glaciers alpins qui descendent de cette cime majestueuse, étant beaucoup trop puissants pour être détruits par les ablations à leur entrée dans les basses régions, s'étalent au « pied des monts » en une immense nappe sur une plaine située presque au niveau de la mer. Tel un gros torrent s'épanche au milieu de terres basses en sortant d'une étroite gorge où il se trouve comprimé. Ainsi, à la base méridionale du Saint-Elie, le glacier Malaspina, formé par la réunion de ceux de Libbey, d'Agassiz, de Seward, de Marvine, constitue une plaine large de 32 kilomètres, couvrant une superficie

de 1500 milles anglais carrés, dont l'altitude ne dépasse pas 500 mètres [1].

En conséquence, deux classifications des formes glaciaires peuvent être proposées, selon que l'on adopte, avec le professeur E. von Drygalski, comme caractère spécifique, l'intensité de la glaciation ou le facies topographique, ainsi que je l'ai fait jusqu'ici.

A. *Classification d'après l'intensité de la glaciation.*

I. *Inlandsis* — Cette classe comprend l'*inlandsis* du Grönland, les nappes glacées de la terre du Nord-Est et de l'île Blanche au Spitsberg, de la Terre de Grant dans l'archipel polaire américain et peut-être quelques glaciers d'Islande, comme le Vatnajökull, le Myrdallsjökull.

II. *Hochlandeis.*
- 1° *Local Ice-Cape.* ou *plateau-gletscher* — *Local-Ice-Cape* de Disko et de Nugsuak au Grönland, plusieurs glaciers islandais. Jostedalsbræ et partie du Svartis en Norvège.
- 2° Glaciers composites (Alpins-Norvégiens). — Oxtinder, Sulitelma.
- 3° Glaciers alpins — *a.* glaciers proprement dits; *b.* glaciers du « pied des monts » (type alaskien).

B. *Classification d'après le facies topographique.*

I. *Inlandsis.* — Cette classe comprend tous les glaciers recouvrant des plateaux ou atteignant dans des régions alpines une telle puissance que les saillies rocheuses demeurent enfouies sous la glace. Elle renferme par suite les *inlandsis*, comme les *local-ice-capes* de la classification précédente et les *kalotten gletscher.*

II. Glaciers composites ou Alpins-Norvégiens.

III. Glaciers alpins. — *a.* Glaciers proprement dits. *b.* Glaciers du « pied des monts » (type alaskien).

[1] Israël C. Russel. *The glaciers of North America.* in *Geographical Journal.* Londres, Déc. 1896, XII, 6.

SPITSBERG

Coup d'œil général sur les formes glaciaires dans cet archipel.

Le Spitsberg[1] forme un archipel comprenant six terres ou groupes d'îles. Ce sont : 1° la Terre du Nord-Est et l'île Blanche, 2° l'île de Barents, 3° l'île d'Edge ou Stans Foreland, 4° la Terre du Roi Charles, composée de deux îles : le Svenska Forland et l'île du roi Charles[2] (Ile d'Iéna de la carte de la marine anglaise et des cartes allemandes), 5° l'île de l'Espérance (Hope Island [A], Hopen Eiland des anciens baleiniers hollandais), 6° le Spitsberg occidental (West Spitzbergen [A]).

Sur ces diverses îles, la glaciation affecte un facies varié et une énergie très différente.

I. *Terre du Nord-Est.* Dans aucune autre région du Spitsberg, le phénomène glaciaire ne se manifeste avec une pareille intensité. A part quelques promontoires des côtes nord et ouest, cette grande île est entièrement recouverte par une nappe de glace. D'après A.-E. Nordenskiöld, cette carapace cristalline mesurerait 130 kilomètres du nord au sud et 160 de l'est à l'ouest : sa

[1] Cette terre ayant été découverte et dénommée par le Hollandais Barents, il est rationnel de suivre l'orthographe néerlandaise : Spitsberg, plutôt que la forme allemande : Spitzberg.

[2] La toponymie du Spitsberg présente une grande confusion. Souvent la même localité porte deux ou trois noms différents. En général, je suivrai la nomenclature de la carte de la marine anglaise, le document cartographique le plus répandu (*Arctic Sea. Spitzbergen* n° 2751) ; lorsque je m'en écarterai, je joindrai à la dénomination employée celle fournie par ce document, accompagné par la lettre : [A].

puissance atteindrait 800 à 1000 mètres [1]. Si dans le nord et l'ouest elle semble suivre le modelé du terrain, dans le sud et dans l'est, elle paraît s'écouler suivant des directions indépendantes de la forme du sol sur lequel elle repose. Sur la côte orientale, du cap Leigh Smith au cap Mohn, elle donne naissance à un glacier large de 110 kilomètres, le plus étendu que l'on connaisse [2]. Sur toute cette distance, aucun pointement rocheux n'est visible. Au niveau de la mer cet immense courant se termine par une falaise cristalline haute de 30 à 40 mètres [3]. Le glacier de la Terre du Nord-Est paraît donc être un *inlandsis* dans le sens que le professeur E. von Drygalski donne à ce terme.

Cette calotte n'a été l'objet que d'une seule exploration. En 1874, le professeur A.-E. Nordenskiöld la traversa au mois de juin, alors qu'elle était encore recouverte par les neiges de l'hiver [4]. D'après l'estime de ce voyageur, le point culminant de cet *inlandsis* atteindrait de 6 à 900 mètres [5].

Ile Blanche (*Hvita OE* des Suédois). Cette île a été visitée en 1898 pour la première fois par une expédition scientifique [6]. Le chef de cette mission, le professeur A.-G.

[1] A.-E. Nordenskiöld *Redogörelse för den Svenska polarexpeditionen år 1872-1873.* in *Bihang till K. Svenska Vet-Akademi Handlingar.* Stockohlm, 1875, II, 18, p. 85.

[2] *Ibid.* p. 86.

[3] Rüdiger. *Allgemeines über den Verlauf der Expedition nach dem europäischen Nord-Meer an Bord des Dampfers* Helgoland. (*Verhandlungen der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin.* XXV, 8 et 9, p. 444, 1898.)

[4] A.-E. Nordenskiöld *La seconde expédition suédoise au Grönland.* Traduit par Charles Rabot. Paris. Hachette. 1888. p. 140.

[5] *Ibid.* p. 142.

[6] Expédition suédoise de l'*Antarctic* en 1898.

Nathorst décrit ainsi cette terre : « Entièrement blanche de la base au sommet, elle justifie pleinement son nom. Elle s'élève jusqu'à une altitude de plusieurs centaines de mètres en formant un dôme régulier et est entièrement couverte de neige et de glace. De tous côtés le glacier avance au milieu de la mer, terminé par un mur escarpé donnant naissance à de grands *isberg* cubiques [1]. »

II. *Terre de Barents*. A ma connaissance l'intérieur de cette grande île n'a pas été exploré. La glaciation ne semble s'y manifester avec énergie que dans la partie nord-est où la carte de A.-E. Nordenskiöld (*Utkast till en geologiska karta öfver Spetsbergen* in *Sketch of the geology of Spitzbergen*. Stockholm 1867) dessine un grand courant sur la rive sud de l'Unicorn Bay. Les régions ouest et sud paraissent ne renfermer qu'un petit nombre de glaciers. Pendant la croisière de la *Princesse Alice*, en 1898, le Dr Richard a parcouru les environs de la Changing Point et n'y a rencontré que des névés. La carte du Spitsberg oriental d'A. Petermann [2] jointe à l'ouvrage de Heuglin [3] indique seulement quatre glaciers [4] dans la section méridionale de l'île.

III. *Terre d'Edge ou Stans Forland*. Cette terre est, comme la précédente, très peu connue. Dans la partie nord les glaciers sont rares, tandis que le sud de l'île est un centre important de glaciation.

[1] A.-G. Nathorst. *Om 1898 års svenska polar expeditionen.* in *Ymer*. Stockholm, 1898, IV, p. 343.

[2] *Originalkarte von Ost-Spitzbergen zur Uebersicht von Th. v. Heuglin's Aufnahmen 1870 von* A. Petermann.

[3] Th. von Heuglin. *Reisen nach dem Nordpolarmeer in den Jahren 1870 und 1871*. Braunschweig. 1872, vol. I.

[4] Glaciers Reymond et Hubner, sur la côté est, glacier Ascherson, sur la côte sud et glacier Duckwitz dans l'ouest.

La presqu'île comprise entre la baie Disko et le Deevie Bay, au nord-est du plateau de la Whales Point, est probablement occupé par un glacier. Sur la côte ouest, la carte de A. Petermann indique trois courants.

Le 5 septembre 1882, à douze milles dans le sud de la Whales Point, j'ai eu une excellente vue de la rive nord de la Deevie Bay. Le sommet du plateau semblait couvert d'une nappe de glace[1] et par l'ouverture des vallées j'ai cru voir trois grands glaciers descendre jusqu'à la mer.

La presqu'île située à l'est du Deevie Bay est également soumise à la glaciation. Sur la côte sud-est de l'île d'Edge, on observe trois glaciers. Si deux sont peu étendus, le troisième, celui du Roi Jean, présente un front, long de cinquante-huit kilomètres[2], se terminant au-dessus de la surface de la mer par une paroi haute en plusieurs endroits de plus de cinquante mètres. Une nappe de glace d'une telle largeur à son extrémité inférieure doit naturellement posséder un vaste bassin dans l'interieur des terres.

IV. *Terre du Roi Charles*. Sur cet archipel le phénomène glaciaire n'affecte qu'un territoire très restreint.

Le Svenska Forland renferme seulement un petit glacier (glacier Kükenthal) et une coupole de glace de faible étendue (*Ovala Iskalotten*). A l'île du Roi Charles (Ile d'Iéna [A]) on ne rencontre qu'un glacier « mort » sur les pentes méridionales du mont Tordenskjold et une calotte de glace (*Runda Iskalotten*) très réduite[3].

[1] Je dois faire remarquer que quelques jours auparavant il était tombé une abondante chute de neige.

[2] D'après la carte de Petermann in Th. von Heuglin. *Loc. cit.* 48 kil. seulement d'après Lamont.

[3] Cet archipel a été entièrement exploré en 1898 par l'expédition suédoise commandée par le professeur A.-G. Nathorst. Voir la

V. *Ile de l'Espérance.* (Hope Island). La *Princesse Alice* commandée par S. A. S. le Prince de Monaco est la première expédition scientifique qui ait visité cette terre (1898).

D'après les observations du Prince de Monaco et du Dr Richard, cette île ne contient que des névés dans les ravins[1].

VI. *Spitsberg occidental.*

Sur cette terre l'intensité de la glaciation a été singulièrement exagérée et la forme sous laquelle elle se produit représentée très inexactement. Jusqu'à une époque toute récente on croyait cette grande île entièrement couverte par une carapace de glace. La carte marine anglaise[2], le document cartographique le plus répandu, porte, en effet, pour unique indication dans l'intérieur du Spitsberg occidental, la légende : *High inland-ice*, qu'elle emprunte, du reste, aux cartes suédoises. Primitivement l'expression scandinave *inlandsis* (*inland-ice* en anglais, *inlandeis* en allemand), signifiant « glace continentale, n'impliquait aucune définition du mode de glaciation et était simplement employée dans son sens propre par les explorateurs suédois et norvégiens pour désigner une nappe de glace étendue située dans l'intérieur des terres, sans se préoccuper de ses formes topographiques. Ainsi, sur la carte du Spitsberg, publiée en 1874 par le pro-

carte de cette terre. *Karta öfver Kungs Karls Land..... af* C. J. O. Kjellström och A. Hamberg, 20000°, jointe au mémoire de A.-G. Nathorst *Kung Karls Land.* in *Ymer* 1899, I. Stockholm.

[1] Jules Richard. *Notes d'excursion au Spitsberg et aux îles voisines.* (Comptes rendus de la Société de Géographie de Paris. Février 1899.)

[2] *Arctic Sea. Spitzbergen*, n° 2751.

fesseur A.-E. Nordenskiöld, la légende *High Inland-ice* se trouve appliquée à l'île occidentale, bien que l'auteur connût parfaitement la différence profonde existant entre les glaciers du Grönland et ceux du Spitsberg. Plus tard, les géologues ayant donné un sens défini au terme *inlandsis*, sa présence sur les cartes a conduit à tort à penser que le Spitsberg était couvert d'une carapace glaciaire sans aucune solution de continuité.

Jusqu'ici quatre explorations seulement ont été effectuées dans l'intérieur de cette île. En 1890, Gustaf Nordenskiöld, le fils du célèbre explorateur suédois, traversa les glaciers, parallèlement à la côte, du Hornsound à la Baie de la Recherche (Belsound) [1], et, deux ans plus tard, par la Sassendal j'arrivai au centre de l'isthme séparant la Sassen Bay de l'Agardhs Bay [2]. Enfin, en 1896 et 1897, Sir William Martin Conway, accompagné de MM. E.-J. Garnwood et J.-W. Gregory accomplit deux importantes campagnes dans les massifs montagneux situés autour de l'Ice fiord [3]. Seulement dans les régions très limitées parcourues par ces différents voyageurs nous connaissons avec certitude l'énergie et les formes de la glaciation. Pour tout le reste du pays nos indications reposent sur des généralisations hypothétiques basées sur l'aspect que présentent les glaciers sur la côte.

[1] G. Nordenskiöld *Redogörelse för den svenska expeditionen till Spetsbergen 1890.* in *Bihang till K. Svenska Vet.-Akad. Handlingar.* vol. XVII, nº 3, Stockholm 1892.

[2] Charles Rabot. *Explorations dans l'Océan Glacial Arctique.* in *Bulletin de la Société de Géographie de Paris.* I, 1894; *Jan Mayen et le Spitzberg.* in *Tour du Monde.* Nº 18 et 19, 2º semestre 1894.

[3] Sir Willian Martin Conway, *The first Crossing of Spitsbergen.* Londres Dent 1897; *With Ski and sledge over arctic glaciers.* Londres, Dent, 1898.

A la suite de mon exploration en 1892, j'ai, le premier signalé l'exagération que l'on donnait au phénomène glaciaire dans la grande terre occidentale. On n'y rencontre point, écrivais-je, une nappe de glace d'un seul tenant, mais différents massifs dans lesquels la glaciation ne présente ni la même énergie, ni le même facies.

A ce point du vue, le Spitsberg occidental peut être divisé en quatre régions distinctes : 1° le massif du nord-ouest, limité à l'est par l'Ice fiord, la Wiide Bay et l'isthme séparant ces deux golfes. La partie baignée par l'Ice fiord, a été appelée Terre du Roi Oscar par le Baron G. de Geer, et Terre du Roi Jacques,(King's James Land) par Sir Martin Conway ; 2° le massif du nord-est, compris entre la Wiide Bay et la Diksons Bay à l'ouest, l'Hinlopen Strait, l'Helis sound, la Ginevra Bay à l'est, enfin par la Sassendal au sud. Cette dernière vallée trace une profonde dépression dans toute l'étendue du Spitsberg depuis la Sassen Bay jusqu'à l'Agardhs Bay. A la portion méridionale de cette région, à l'est de la Klaas Billen Bay, Sir Martin Conway a donné le nom de Terre Garnwood en l'honneur de son compagnon de route, et le Baron de Geer ceux de Terre Bunsow et Terre Dickson aux presqu'îles comprises entre la Temple Bay et la Klaas Billen Bay, et entre cette dernière baie et la Dickson Bay ; 3° le massif central, s'étendant de la Sassendal dans le nord, à une ligne unissant la Van Keulen Bay (côte ouest), à la Whales Bay (côte est) dans le sud. Sous le nom de Terre Nordenskiöld, le Baron de Geer désigne la partie de cette région comprise entre l'Ice fiord et le Belsound ; 4° le massif méridional au sud de la Van Keulen Bay.

Massif du Nord-ouest. D'une manière générale, on peut

dire que cette région présente l'aspect d'un massif alpin à la période glaciaire. Dans le nord-ouest de cette large presqu'île, autour de la Baie de la Madeleine (Magdalena Bay [A]) ce facies est très caractérisé. Au sud, entre la Wood Bay et la Cross Bay existerait, au contraire, un grande plateau glacé[1] dont les émissaires s'écoulent entre des saillies rocheuses et qui offrirait par suite le caractère de glaciation composite. Plus loin, à partir de la latitude de la Cross Bay, sur la terre du Roi Jacques, la forme alpine reparaît. A peu près à égale distance entre l'Ice fiord (Ice sound) (Isfjord des cartes scandinaves; Fiord des Glaces en français) et l'océan Glacial, s'élève une chaîne de partage détachant de nombreux contre-forts entre de très larges glaciers. Dans toutes les dépressions la glace a pris la place du sol et de tous côtés s'élèvent des crêtes et des groupes de pics. Ces cimes rocheuses, atteignent un millier de mètres, dépassant de trois cents mètres[2] en moyenne la nappe cristalline qui enveloppe leur base.

Sur le versant oriental de ce massif descendent dans l'Ice fiord huit grands glaciers dits de Svea, de Wahlenberg, de Sefström[3], d'Holmström, de Nore. de Nansen, d'Esmark, et de Kjerulf[4].

Sur la côte ouest, entre l'Alkhorn et la Saint-John's Bay débouchent trois glaciers. Le plus grand, situé au nord de l'Alkhorn, formé par la réunion de quatre cou-

[1] Sir W. Martin Conway. *With Ski and Sledge over Arctic Glaciers*. p. 218.

[2] *Ibid.* p. 18.

[3] Splendid Glacier de Trevor-Battye. (Conway, *The first Crossing of Spitsbergen*. p. 249.)

[4] Noms donnés par le Baron de Geer.

rants, présente un front d'une douzaine de kilomètres. Dans la Saint-John's Bay apparaît le large glacier d'Osborne[1], puis, huit autres entre cette baie et l'English Bay, enfin, un dixième dans ce dernier repli de la côte. Au fond de la Kings Bay débouche un énorme glacier et deux autres sur sa rive nord, tandis que des courants locaux tapissent le revers septentrional de la chaîne qui limite cette baie au sud. Plus au nord, les glaciers les plus remarquables sont: le courant situé au fond de la baie Lilliehöök, dans la Cross Bay, les sept Glaciers, les quatre fleuves de glace de la baie de la Madeleine. Dans la Smeerenburg Bay se rencontrent cinq glaciers, un, très large, dans la Foul Bay, deux autres dans les deux branches dans la Red Bay, enfin un dans la ramification occidentale de la Wiide Bay. Cette liste est donnée simplement à titre d'indication et n'est nullement complète. On peut dire que dans cette partie du Spitsberg toutes les vallées et même tous les ravins sont remplis par des glaciers.

II. *Massif du Nord-Est.* Dans l'ouest et dans le sud cette région renferme de vastes espaces presque dépourvus de glaciation. Les parties méridionales des terres Dickson et Bünsow contiennent peu ou point de glaciers et le massif du Colorado, au nord de la Sassendal, est simplement parsemé de névés. A l'est de la Klaas Billen Bay jusqu'à l'Hinlopen Strait et au Stor fiord ou Wybe Jans Water, la Terre de Garnwood constitue un plateau glacé, hérissé de pointements rocheux dessinant des bassins glaciaires. Cette zone présente donc, croyons-nous, le facies composite. De cette haute plaine descendent dans

[1] Nomenclature de Sir W. Martin Conway.

la Klaas Billen Bay, le glacier Nordenskiöld (Largeur du front : 3,700^{m}, d'après la carte de Conway), dans la Temple Bay le glacier von Post ; dans la Sassendal, le glacier Rabot; dans le Stor Fiord, les glaciers Hayes, Negri et Sonklar; dans l'Olga Strait, le glacier Hochstetter; dans le Bismarck Strait, plusieurs courants importants, cinq autres[1] entre ce goulet et la Wiide White Valley (carte de Conway); enfin, un très large émissaire dans la branche orientale de la Wide Bay. Plus au nord, sur la presqu'île comprise entre la Wide Bay et l'Hinlopen Strait (Nieuw Friesland), la glaciation acquiert une énergie beaucoup plus considérable, et, d'après Sir William Martin Conway, forme un *inlandsis* ou un *local ice-cape*, suivant que l'on adopte l'une ou l'autre des classifications. Sur la côte de l'Hinlopen Strait, cette nappe se décharge par un courant large de quarante quatre kilomètres[2] entre l'Hekla Hook et la Lommebay, et, dans cette dernière baie, par le glacier du Vétéran, enfin, par six glaciers[3] échelonnés jusqu'à la Wide White Vally. Vers le nord, elle n'émet qu'un émissaire dans la Treurenberg Bay. Du côté de l'ouest cette surface glacée arrive jusqu'au sommet des falaises bordant la Wide Bay mais ne donne naissance qu'à trois courants baignés par la mer.

IV. *Massif Central.* La région dépouillée de glaciation qui s'étend à la limite méridionale du massif précédent au nord de la Sassendal et du cap Thordsen prend ici

[1] A.-E. Nordenskiöld. *Utkast till en geologiska karta öfver Spetsbergen.*

[2] Sir W. Martin Conway. *The first Crossing of Spitsbergen* p. 283.

[3] A.-E. Nordenskiöld, *Utkast till en geologiska karta öfver Spetsbergen.* in *Loc. cit.* Stockolm 1867.

une très grande extension. Dans le vaste polygone montagneux dessiné par la côte, l'Ice fiord, la Sassendal, la Van Mijens Bay et une ligne joignant ce fiord à l'Agardhs Bay n'existe aucune nappe de glace continue, mais simplement des groupes de glaciers localisés autour des sommets, n'atteignant qu'exceptionnellement le niveau de la mer. Le plus important, situé derrière les cimes du littoral, entre le Green Harbour (Ice fiord) et l'entrée de la Van Mijens Bay, donne naissance à quatre courants, trois dans le Green Harbour, et un dans la Van Mijens Bay, le fameux glacier de Fridtjof. Ces différents massifs sont isolés par des vallées complètement dépouillées de neige à partir de la fin de juillet, couvertes d'une végétation relativement développée, et habitées par des troupeaux de rennes. Entre les grandes nappes glacées de l'île cette zone constitue une véritable oasis. Ainsi donc, dans un espace très rapproché, peuvent se trouver réunies des régions où la période glaciaire dure encore et d'autres où cette période a déjà pris fin et où la vie se manifeste avec le maximum d'intensité permis par le climat.

Dans le massif central comme dans celui du nord-est la glaciation acquiert une ampleur beaucoup plus considérable, sur le versant oriental. Au sud-est d'une ligne joignant l'Agardhs Bay à la Van Mijens Bay se rencontre une zone glaciaire envoyant trois émissaires dans la vallée située au fond de cette dernière baie, plusieurs dans la Van Keulen Bay et de larges et puissants courants dans le Stor fiord.

IV. *Massif Méridional.* Seules les côtes de ce massif ayant été explorées, il est impossible d'indiquer avec cer-

titude le type de glaciation [1] dominant dans cette région. Sur la côte ouest, autour du Hornsunds peak, le point culminant du Spitsberg, et, entre le Hornsund et le Belsund, le facies alpin paraît exister comme sur la Terre du Roi Jacques. Dans cette zone se rencontre le glacier Torell dont la tranche terminale, haute de cent mètres, borde la mer sur une distance de plus de treize kilomètres. Au sud du Hornsund et vers le Stor fiord, les crêtes alpestres font peu à peu place à un vaste plateau glacé, un *inlandsis* ou un *local-ice-cape*, suivant la classification adoptée. Vers l'ouest, cette nappe se décharge par trois glaciers dont un très important, situé immédiatement au nord du Cap Sud. Sur le versant oriental le phénomène glaciaire acquiert une intensité énorme. Le long du Stor fiord, du mont Keilhau (Keilhau's berg) à l'Agardhs Bay, sur une distance de 75 kilomètres environ, apparaît une carapace cristalline presque continue, divisée en larges vallées par des chaînes de sommets campaniformes, recouverts également de glace, et, derrière cette immense mer de glace s'élève la silhouette du Hornsunds peak.

Puissance et forme des glaciers.

Sans affecter l'énergie qu'elle acquiert au Grönland, la glaciation présente cependant encore au Spitzberg une ampleur remarquable. Si on examine une carte, on reconnaît à première vue qu'elle atteint son plus grand développement dans l'est de l'archipel autour du Stor fiord, de l'Olga Strait et de l'Hinlopen Strait.

[1] Le brouillard a empêché Sir W. Martin Conway de reconnaître l'aspect de cette région, lors de son ascension au Horsunds peak (Mont Hedgehog.)

Les nappes des côtes méridionale et orientale de la Terre du Nord-Est mesurent respectivement une largeur de plus de cent kilomètres. Celle, située au nord de la Lomme Bay, s'étend sur une distance de quarante-quatre kilomètres et les glaciers de Negri et de Souklar dessinent un front qui n'est guère inférieur à quarante-deux kilomètres. Sur la côte ouest, les courants les plus puissants, comme ceux du Cap Sud et de Torell, ne dépassent guère un diamètre de dix à douze kilomètres.

L'épaisseur des glaciers du Spitsberg est considérable, mais il n'est possible de l'indiquer avec précision que pour quelques localités. Si tous les voyageurs ont décrit en termes pittoresques les magnifiques falaises cristallines que ces courants projettent en mer, un très petit nombre a mesuré leur hauteur. D'après Scoresby, au commencement du siècle, la tranche terminale du glacier du Cap Sud s'élevait à 121 mètres au-dessus de l'eau, et, suivant Phipps, en 1773, celle du glacier du Fram (Smeerenburg), atteignait quatre-vingt-onze mètres. En 1838, dans la baie de la Madeleine, les glaciers de l'Entrée (Adams Glacier [A], largeur : 1840 m.) et de la Pointe des Tombeaux (Gully glacier [A], largeur : 1806 m.) se terminaient par des parois hautes respectivement de 63 et de 76 m.[1] Dans la baie de la Recherche, le glacier de l'Est, large de 3 kilomètres, dominait, en 1892, la surface du fiord par un escarpement d'une vingtaine de mètres. Pour les grands cou-

[1] *Voyages en Scandinavie, en Laponie, au Spitzberg et aux Feroë pendant les années 1838, 1839 et 1840, sur la corvette* la Recherche. Géographie physique I, 1, Charles Martins *Observations sur les glaciers du Spitzberg comparés à ceux de la Suisse et de la Norvège*, p. 173.

rants des côtes du Stor fiord je n'ai pu trouver aucune observation.

En général, comme l'avait très justement observé Charles Martins [1], la largeur des glaciers du Spitsberg n'est pas proportionnelle à leur longueur. Le plus souvent les vallées qu'ils remplissent sont courtes, comparativement à leur diamètre. Dans la baie de la Madeleine les officiers de la *Recherche* ont relevé les chiffres suivants :

	Largeur.	Longueur.
Glacier du Fond de la baie (Waggon Way glacier [A])	1580 m.	1840 m.
Glacier de la pointe des Tombeaux. (Gully glacier [A])	1800 m.	
Glacier de l'Entrée. (Adams Glacier [A])	900 m.	1840 m.
Glacier suspendu. (Hanging Glacier [A])	240 m.	680 m.

Les glaciers du Spitsberg occidental, notamment sur la côte occidentale et sur la rive ouest de l'Ice fiord ont généralement une pente très faible, dans leur partie inférieure. Ils affectent ainsi dans une certaine mesure l'aspect des « pied mont glacier » de l'Alaska à cela près que leurs parties planes se trouvent cernées par des crêtes. Ainsi, à huit kilomètres environ de l'extrémité inférieure du glacier Torell, l'altitude n'est que de 109 m. [2], et, sur le glacier de la Kings Bay, à dix-huit ki-

[1] Les géologues de l'expédition de la *Recherche* donnent à ce courant la dénomination trop vague de Grand glacier de Bellsound. Nous lui avons substitué celle plus précise de Glacier de l'Est de la baie de la Recherche adoptée par l'expédition de la *Manche*.

[2] Gustaf Nordenskiöld. *Loc. cit.* p. 14. Consulter le croquis de la page 13 de cè même ouvrage.

lomètres de la mer, de 300 m. seulement, d'après Sir Martin Conway.

Structure des glaciers. A ce point de vue, les glaciers du Spitsberg se divisent en deux catégories: les uns sont constitués par des grains de glace dans les mêmes conditions que les courants des Alpes, les autres simplement par des grains de nevé. Sur les premiers la stratification n'est pas toujours très visible, tandis que sur les seconds elle apparaît avec une remarquable netteté, mise en évidence par des lits de cailloux et de graviers inclus dans la nappe cristalline. Dans la zône arctique, en raison des basses températures régnantes, la transformation de la neige en glace est très lente et ne peut s'opérer sans l'intervention de pressions énormes. M. A. Hamberg attribue l'existence de ces nevés à l'absence ou au moins à la faiblesse de ce dernier facteur. Faute d'une compression suffisante le nevé ne peut se transformer en glace [1]. Ces nevés que l'on peut appeler des glaciers imparfaits, atteignent parfois une grande puissance ; ceux de Loven, sur la côte méridionale de la Kings Bay, se terminent par une falaise haute de 20 à 25 mètres[2].

Dès 1838, Eugène Robert avait signalé cette variété de structure que présentent les divers courants cristallins du Spitsberg, et, à ce point de vue les avait divisés en glaciers à aiguilles et en glaciers à nevé et à calottes[3].

[1] *Om glacierernas parallelstruktur.* in *Geol. Fören. i Stockholm Forhandlingar.* XIX. 7, 1897.

[2] A. Hamberg. *En resa till norra Ishafvet sommaren 1892 företagen med understöd af Vegastipendiet.* in *Ymer* 1894. I. p. 43. Stockholm.

[3] *Voyage en Scandinavie, en Laponie, au Spitzberg et aux Feroe... Géologie, Minéralogie et Métallurgie* par Eugène Robert.

D'une classe à l'autre la transition est marquée par de très nombreux types d'agrégats intermédiaires. Ainsi, dans sa partie inférienre, le glacier de la Pointe des Renards, (baie de la Recherche), un des glaciers à nevé et à calottes de Robert, était, dans les premiers jours d'août 1892, recouvert d'une couche de grains de glace, épaisse de cinq à six centimètres, d'une très faible consistance [1]. Un coup de talon vigoureusement appliqué dissociait ces fragments. Seulement en dessous de cette nappe superficielle se rencontrait une glace très compacte. La première couche était évidemment due à la transformation imparfaite du nevé en glace. A la même époque, le glacier de l'Est ne présentait pas cette formation particulière et était constitué de glace vive très dense. Sur le front de ce dernier courant la stratification était indistincte, tandis qu'elle était beaucoup plus nette sur celui de la Pointe des Renards.

La structure parallèle favorise singulièrement la destruction des blocs issus de ces glaciers. Un jour, dans la baie de la Recherche, je rencontrai un glaçon large d'une dizaine de mètres, haut d'un mètre à un mètre ou deux au-dessus de la surface du fiord. Tout à coup, le sommet de ce *glacier-isblock* glissa sur sa base comme sur un plan de clivage et tomba à la mer en donnant naissance à

p. 203. Dans leurs *Etudes sur le mouvement des glaciers dans la baie de la Recherche*, les lieutenants de vaisseau R. de Carfort et Lancelin contestent à tort cette distinction. (*Voyage de la Manche* p. 117.)

[1] Le professeur A.-E. Nordenskiöld a observé également cette couche de glace à la Terre du Nord-Est. (A.-E. Nordenskiöld *La seconde expédition suédoise au Grœnland*. Traduit par Charles Rabot, p. 142.)

plusieurs petits glaçons, tandis que le bloc principal continuait sa dérive.

Ablation et velage. Tous les grands glaciers du Spitsberg, ayant leur front baigné par la mer, se trouvent soumis aux ablations particulières à cette position. Comme je l'ai expliqué dans la première partie de ce mémoire, au contact de l'eau la tranche terminale immergée éprouve une fusion très rapide, et, en même temps, subit des actions destructrices. Dans l'archipel que nous étudions, la première de ces ablations est singulièrement active.

Sur les côtes nord et ouest du Spitsberg le Gulfstream fait sentir son influence réchauffante, et, jusqu'à une grande distance vers le nord, les eaux superficielles atteignent une température relativement élevée. Au milieu de la banquise, par 82°,40′ de Lat. N., Parry nota à la surface : + 2°,7. En 1890, par 80°,20′, au large de la Red bay, G. Nordenskiöld observa, le 18 août, + 5°,6 à la surface[1]. Dans le Belsund et dans l'Ice fiord, en juillet et durant la première quinzaine d'août 1890,

[1] Sondage thermométrique en ce point. Profondeur : 166 m.

m	°	m	°
0	+ 5,6	5	+ 5,6
10	+ 5,5	15	+ 5,4
25	+ 5,2	50	+ 3,9
100	+ 2,2	150	+ 1,7

G. Nordenskiöld. *Redogörelse för den svenska expeditionen till Spetsbergen 1890.* in *Bihang till svenska Vet-Akademi Handlingar.* XVII. 2. N° 3. Stockholm.

la température superficielle varia de + 3° à + 6°,6[1]. Dans ce dernier fiord, du 11 au 19 septembre 1882, j'ai même noté une température oscillant à la surface de + 3° à + 2°, 1, alors que celle de l'air se tenait entre + 2° et — 0°,9.

A l'est du Spitsberg occidental, les eaux deviennent singulièrement plus froides. Ainsi, dans le Stor fiord, à vingt milles de la Wahles Point, le 5 septembre 1882, j'ai observé — 1°,8 (Temp. air: + 0°,2), tandis que les deux jours suivants, sur la côte ouest du Spitsberg occidental, le thermomètre marquait à la surface + 1° et + 1°,8.

Si les fronts des glaciers du Spitsberg en contact avec la mer éprouvent une très forte fusion du fait de la température des eaux ambiantes, en revanche, par suite de conditions topographiques spéciales, ils ne se trouvent pas exposés à un velage très actif. La plupart de ces courants ne produisent pas *d'isberg*[2], mais simplement des *glaciers-*

[1] Sondages thermométriques exécutés dans l'Isfjord par Gustaf Nordenskiöld entre l'Advent Bay et le Cap Boheman :

Stations II, voisine de l'Advent Bay.		Station V, au milieu du fjord.		Station voisine du Cap Boheman.	
Profondeur ; 153m		Profondeur : 311m		Profondeur : 167m	
m	°	m	°	m	°
0	+ 5,8	0	+ 6,6	0	+ 6,1
5	+ 5,7	5	+ 4,5	5	+ 3,8
10	+ 4,2	10	+ 2,5	10	+ 1
20	+ 2,5	20	+ 0,1	20	+ 0,6
50	+ 0,6	50	— 0,5	50	— 0
100	— 0,6	100	— 0,7	100	— 0,4
150	— 0,5	200	— 1	164	— 0,5
		300	— 1,1		

(Gustaf Nordonskiöld. *Loc. cit.* p. 81 et 82 du tirage à part).

[2] *Isberg*, en norvégien et en suédois, *iceberg* en anglais, *eisberg* en allemand, montagne de glace flottante, en français. Comme je l'ai expliqué, ce terme s'applique uniquement aux blocs de grande taille détachés des glaciers, par opposition aux *glacier-isblock* et à la *kalvis* qui sont de petites dimensions.

isblock, suivant l'expression suédoise ou de la *kalvis* dans le vocabulaire danois.

Deux conditions sont nécessaires à la formation des *isbergs* : le glacier doit être animé d'une très forte vitesse d'écoulement et le fjord dans lequel il se termine doit présenter de grandes profondeurs près du front du courant cristallin. Toujours poussée en avant par les apports provenant de l'amont, la masse de glace avance sur le fond de la baie jusqu'à ce qu'elle perde pied au-dessus de la cavité sous-marine et s'y disloque en blocs de taille colossale par l'effet de la pression hydrostatique. Au Spitsberg, on ne rencontre *d'isberg* que dans la partie orientale de l'archipel dans le Stor fiord, et dans les parages de la Terre du Roi Charles; encore n'atteignent-ils pas de grandes dimensions, comparés à ceux du Grönland. Au commencement d'août 1892, M. Hamberg a observé, entre les îles de l'Espérance et d'Edge, des blocs échoués par des fonds de 28 mètres et qui s'élèvaient au-dessus de la surface de la mer à une hauteur à peu près égale. Ces montagnes de glace flottante proviennent des glaciers des côtes méridionale et orientale de la Terre du Nord-Est et des glaciers du Roi Jean.

Dans les autres parties du Spitsberg les conditions nécessaires à la formation des *isberg* ne se trouvent pas réalisées. D'abord, presque tous les glaciers se terminent sur des hauts fonds[1] qu'ils ont formés eux-mêmes par le

[1] Dans la baie de la Recherche, une ligne de sondages, située à 800 m. du front du glacier de l'Est (1895), indique les profondeurs suivantes en mètres : 32, 45, 57, 57, 54, 50, 37, 57, 52, 63, 61, 59, 10. (*Anchorages on the West and North Coast of Spitzbergen* N° 300 de l'hydrographie anglaise).

Devant le glacier de la Pointe des Renards les cotes ne dé-

dépôt de leurs matériaux morainiques ; en second lieu, l'apport des glaces d'amont n'est pas suffisant pour les pousser au de là de ces bancs jusque dans une zone plus profonde où leur base ne serait plus soutenue [1]. Par suite, le *velage* se réduit à des éboulements déterminés soit par l'érosion du pied de la falaise cristalline, soit par un mouvement dans la masse du glacier à la suite de l'ouverture d'une crevasse ou de tout autre accident du même genre, soit par une rupture d'équilibre causée par le jeu des marées. Ces diverses actions sont à peu près constantes. Ici le *velage* n'est pas, comme au Grönland, un élément perturbateur dans la position du front du glacier. Les érosions auxquelles la paroi terminale est exposée, sont, en général, trop faibles pour la faire reculer alors que le courant est en crue. Donc, dans le Spitsberg occidental, la position du front d'un glacier baigné par la mer est un indice de son état de régime. Lorsque d'une année à l'autre on le voit

passent pas 11^{m}, 28^{m}, 30^{m}. La ligne de 40 m. passe à 800 m. au large de ce dernier courant.

Un calcul très simple démontre que le glacier de l'Est repose sur un banc. La hauteur de sa falaise terminale au-dessus de la nappe du fiord variait, en 1892, entre 25 et 40 m. ; prenons la moyenne : 32^{m},50. Une masse de glace, ayant une pareille hauteur au-dessus de l'eau, ne pourrait flotter que si la profondeur atteignait 227 m. Or elle ne dépasse pas 60 mètres.

[1] Sur la côte ouest du Spitsberg, seul le glacier situé à l'extrémité supérieure de la Lilliehöócks Bay (Cross Bay) paraît rencontrer de grands fonds près de son front. En tout cas, dans cette partie de l'archipel, c'est lui qui donne naissance aux plus gros glaçons. Souvent les blocs qui se détachent de ce courant s'élèvent à neuf ou douze mètres au-dessus de la mer et mesurent une circonférence de 40 à 60 m. (Chydenius, *Svenska expeditionen till Spitsbergen år 1861 utfœrd under ledning af* Otto Torell. Stockholm 1865 p. 352.

avancer de plus en plus loin dans la baie ouverte à sa base, il y a indication certaine d'un état de crue : de même, lorsqu'il rétrograde progressivement, on peut affirmer une décroissance. Dans les deux cas, l'énergie du *velage* fournit des indications. Si, en effet, un glacier s'allonge, il atteint des fonds de plus en plus grands, parfois l'accore du banc sur lequel il repose, par suite l'équilibre de la masse de glace est rendu de plus en plus instable par les actions multiples du mouvement de progression, de la pression et de l'érosion de l'eau. Est-il, au contraire, en décroissance, le front demeure immobile, et l'œuvre destructive de la mer, n'étant plus facilitée par le déplacement de la masse de glace, devient moins active. Les observations faites en 1838 et en 1898 sont à cet égard probantes. En 1838, lorsque l'expédition de la *Recherche* étudia la baie qui porte son nom, le glacier de l'Est, alors en crue, atteignait des fonds de 64 mètres, et la relation du voyage signale la fréquence du *velage* en même temps que la grosseur des blocs détachés. En août 1892, alors que ce glacier était en retrait, les éboulements étaient devenus rares et ne fournissaient que de petits glaçons.

Il arrive en outre souvent que le glacier s'isole lui-même de la mer. Lorsqu'il est resté stationnaire pendant longtemps, le dépôt des matériaux morainiques et des slams rejetés par les torrents glaciaires constitue peu à peu une digue derrière laquelle une portion du fiord se trouve transformée en lagune ; à mesure que le glacier se retire, le travail d'alluvionnement se poursuit et cette nappe colmatée peu à peu devient une plage.

Pour l'étude des variations de longueur des glaciers

du Spitsberg, les documents sont rares. Le plus souvent je n'ai pu déduire le régime probable des glaciers que par la comparaison de descriptions, de cartes, de dessins et de photographies.

Toujours heureux d'être utile aux naturalistes, S.A.S. le prince de Monaco m'a autorisé à étudier la magnifique collection de photographies qu'il a exécutées au Spitsberg, lors de sa récente croisade scientifique (1898). Qu'il me permette de lui présenter mes remerciements de cette bienveillante communication. Ces documents, ainsi que les vues rapportées par le Dr Richard, chef du laboratoire de la *Princesse Alice* pendant ce même voyage, m'ont fourni d'intéressants renseignements.

Si jusqu'ici les observations sur les variations des glaciers du Spitsberg sont peu abondantes et peu précises, il n'en sera plus ainsi désormais. En 1896, le Baron de Geer a levé au 20,000^e le front des glaciers Wahlenberg, et Sefström, Nordenskiöld et von Post (Ice fiord). En 1898, le professeur A.-G. Nathorst a relevé la position de l'extrémité de ces mêmes glaciers. La Commission internationale des glaciers possédera ainsi des observations précises pour la période 1896-1898.

Pour plusieurs glaciers je n'ai pu trouver qu'une seule observation se référant à une date éloignée ; néanmoins j'ai cru devoir la reproduire, afin de permettre aux voyageurs qui seraient amenés à visiter ces courants de juger des changements survenus entre l'époque de la première observation et la date de leur passage.

(*A suivre.*)

BULLETIN SCIENTIFIQUE

PHYSIQUE

ALBERT BAYER. THÉORIE DER TRANSFORMATOREN FÜR DREIPHASIGE WECHSELSTRÖME. THÉORIE DES TRANSFORMATEURS POUR COURANTS TRIPHASÉS. Inaugural Dissertation zur Erlangung der Doktorwürde vorgelegt der Universität Zurich[1].

Au point de vue théorique cette étude constitue un travail intéressant et sérieux dont la lecture sera profitable à tous ceux qui désirent se familiariser avec le calcul des courants alternatifs.

Après avoir posé les équations des moments magnétiques des diverses branches du noyau de fer, moments qui résultent naturellement des actions magnétisantes de tous les courants alternatifs primaires et secondaires qui parcourent les divers enroulements, l'auteur en déduit les équations des forces électromotrices induites en tenant compte du retard d'aimantation.

Ces formules sont alors simplifiées par diverses hypothèses sur la symétrie de construction et la dispersion magnétique.

L'auteur a étudié ensuite les deux dispositifs principaux de transformateurs triphasés les plus employés dans la pratique à savoir; le cas où les trois branches du circuit magnétique sont identiques et symétriquement disposées, et celui où ces trois branches sont placées dans un même plan.

Les equations de Kirchhoff donnent alors pour le fonctionnement du réseau triphasé 8 équations se réduisant à 6 par

[1] Voir numéro de mars, p. 272.

suite de la symétrie du système dans le premier cas et à 7 dans le second.

Ces équations sont résolues par les méthodes ordinaires et en supposant les forces électromotrices sinusoïdales simples. L'auteur en tire alors les expressions des intensités des tensions primaires et secondaires, le potentiel du point nodal et les conditions de marche à vide du transformateur; en un mot les principales données qu'il est utile de connaître.

C.-E. G.

CHIMIE

Revue des travaux faits en Suisse.

H. BRUNNER et Karl EISENMAN. SUR L'ACTION DES COMBINAISONS HALOGÉNÉES DE LA SÉRIE GRASSE SUR LA PHENYLHYDRAZINE (*Berichte* XXXI, 1406, Lausanne).

Le chloroforme agit sur la phénylhydrazine, il se forme du chlorhydrate de phénylhydrazine, la phénylcarbylamine, du benzène et il se dégage de l'azote; le bromoforme et l'iodoforme agissent de même, ainsi que le chloral; dans ce cas il y a en outre formation d'aniline et de chlorure de benzoyle. L'hydrate de chloral donne naissance à un composé complexe, $C_{28}H_{26}N_7ClO_2$ dont divers dérivés ont été préparés. Le chloral butylique fournit un composé plus simple suivant la réaction :

$$C_4H_5Cl_3H(OH)_2 + 2\,C_6H_3N_2 = C_{16}H_{16}N_3ClO + 2HCl + NH_3 + H_2O$$

E. WINTERSTEIN. SUR LES DÉRIVÉS DE LA GOMME DE CHAGUAL (*Berichte* XXXI, 1571, Zurich).

Les recherches ont porté sur la gomme de chagual, monocotylédone du Chili. L'oxydation par l'acide nitrique donne de l'acide mucique; la distillation avec l'acide chlorhydrique donne du furforal en quantité correspondante, à 28 °/₀ de galactose et 45 °/₀ de pentose, mais c'est avec l'acide sulfurique

à 5 % qu'on obtient le plus de sucres réducteurs, on obtient du xylose, du galactose inactif et un peu de d. galactose.

Fr. Fichter et Auguste Eggert. Sur l'acide éthylidène glutarique (*Berichte* XXXI, 1998, Bâle).

Cet acide se forme à côté de l'acide γ-δ-hexénoïque $CH_3 - CH = CH - CH_2 - CH_2 - COOH$ dans la distillation sèche de l'acide δ-caprolactone-γ-carbonique. Il est soluble dans l'eau chaude; plusieurs sels, son anhydride, ont été préparés; l'amalgame de sodium le réduit à l'état d'acide éthylglutarique; le produit d'addition bromhydrique se décompose facilement et il se forme l'acide γ-δ-hexénoïque. Par ébullition avec la soude l'acide éthylidène glutarique se transforme par migration de la liaison éthylénique, en acide vinylglutarique isomère.

Fr. Fichter et Al. Bauer. Sur l'acide phényl-γδ-pentenoïque (*Berichte* XXXI, 2001, Bâle).

L'éther benzoylglutarique fournit par réduction le sel de sodium de l'acide correspondant ; en chauffant à 125° et faisant passer un courant d'air sec, on obtient la lactone correspondante, qui chauffée avec de l'eau perd CO_2 et se transforme en acide phényl-γδ-penténoïque

$$C_6H_5CH = CH\,(CH_2)_2\,COOH,$$

que les auteurs ont étudié dans ses sels et dérivés. Cet acide se produit aussi par distillation sèche de l'acide δ-phényl-δ-valérolactone carbonique, en même temps que l'acide benzalglutarique $C_6H_5.CH.C.CH_2.CH_2COOH$

$$\underset{\textstyle COOH}{|}$$

T. Emilewicz et St. von Kostanecki. Sur la 3-éthoxy-pipéronalcumaranone (*Berichte*, XXXII, p. 309, Berne).

Tandis que le dibromure de l'éther éthylique de la benzalrésacétophénone fournit par l'action de la potasse alcoolique, avec formation d'un noyau oxygéné hexagonal, la 3-éthoxyflavone, le dérivé correspondant de la pipéronalrésacétophénone donne dans les mêmes conditions un produit qui tout en ayant la composition du dérivé attendu de la flavone s'en distingué complètement par ses propriétés. Ce composé en effet est coloré en jaune, il se dissout dans H^2SO^4 conc. en rouge éosine. caractères qui n'ont jamais été observés chez les éthers des oxyflavones. Les recherches des auteurs leur ont montré que la réaction se passe différemment dans le cas du dérivé du pipéronal et qu'il y a formation d'un composé renfermant un noyau oxygéné pentagonal, la 3-éthoxy-pipéronalcumaranone; la réaction peut en effet théoriquement se passer de deux manières distinctes. La *3 éthoxy-pipéronalcumaranone*

$$C^2H^5O.\,C^6H^3\left\langle\begin{matrix}O\\ \\ CO\end{matrix}\right\rangle C : CH.\,C^6H^3\left\langle\begin{matrix}O\\ \\ O\end{matrix}\right\rangle CH^2$$

est en aiguilles, jaune-paille, F = 150° Friedländer et Brüllont décrit comme dérivé de la flavone un composé analogue. la 3-méthoxy-pipéronalcumaranone, qu'ils ont préparée par l'action du pipéronal sur l'α bromacétopæonol. Cette substance possède tous les caractères des oxybenzalcumaranones et de la classe des matières colorantes qui en est voisine; les réactions de la 3-éthoxy-pipéronalcumaranone sont tout à fait analogues. Pour établir d'une manière indiscutable ces relations, les auteurs ont préparé la 3-méthoxy-pipéronalcumaranone par la même méthode que le dérivé 3-éthoxy, au moyen du pœonol (éther méthylique de la résacétophénone) et du pipéronal; ce produit a été reconnu identique à celui décrit par Friedländer et Brüll. En faisant réagir en outre sur la 3-éthoxypipéronalcumaranone l'alcoolate de sodium on a obtenu une résine insoluble dans

l'alcool tandis que le dérivé isomère de la flavone aurait dû donner dans ces conditions et d'une manière nette du pæonol et de l'acide pipéronylique. On peut dire que les éthers des oxybenzalcumaranones et ceux des oxyflavones se comportent envers l'alcoolate de sodium d'une manière toute différente.

W. Feuerstein et St. von Kostanecki — Sur la pipéronalcumaranone (*Berichte*, XXXII, p. 315, Berne).

Les auteurs ont combiné le pipéronal à l'o-oxyacétophénone dans le but d'obtenir la 2′-oxy-pipéronalacétophénone et d'examiner si le dibromure de la 2′ acétoxypipéronalacétophénone qui en dérive, fournit sous l'influence de la potasse alcoolique un dérivé de la flavone ou un dérivé de son isomère la benzalcumaranone. Il résulte de cette étude qu'il se forme dans ce cas un dérivé de la cumaranone ;

la *pipéronal-cumaranone* $C^6H^4\left\langle\begin{matrix} O \\ CO \end{matrix}\right\rangle C : CH.C^6H^3\left\langle\begin{matrix} O \\ O \end{matrix}\right\rangle CH^2$

cristallise en aiguilles jaune intense, F = 192°, elle se dissout dans H^2SO^4 en rouge-éosine, elle est identique au composé décrit par Friedländer et Neudörfer sous le nom de méthylène-dioxyflavone. Elle se comporte envers l'alcoolate de sodium de la même manière que la 3-éthoxypipéronal-cumaranone décrite dans un précédent mémoire et non pas comme les flavones. Tous ces faits s'accordent avec les déductions que les auteurs tirent de leurs recherches.

St. von Kostanecki, R. Levi et Tambor. Synthèse de la 2-oxyflavone (*Berichte* XXXII, p. 326, Berne).

Tandis que l'éther éthylique de la résacétophénone fournit avec la benzaldéhyde une oxycétone non saturée, l'éther éthylique de la quinacétophénone donne par la même réaction un composé qui a bien la formule brute de l'éther éthylique de la benzalquinacétophénone mais qui se distingue d'une manière très caractéristique de toutes les autres céto-

nes o-hydroxylées, non saturées. Ce composé est en effet incolore et se dissout dans l'alcool avec une fluorescence bleue; il ne renferme plus de groupe hydroxyle intact car il ne se laisse pas acétyler. L'hydroxyle a donc pris part à la réaction et ce fait rapproché du mode de formation de la dite substance permet d'en déduire la constitution qui doit être la suivante :

OH

C^2H^5O $CO.CH^2.(OH).C^6H^5$;

si l'on provoque maintenant une élimination d'eau non pas dans la chaîne latérale mais avec fermeture du noyau on devrait obtenir

O

CH — C^6H^5

C^2H^5O CH^2

CO

soit une *2-éthoxy-dihydroflavone* que les auteurs appelleront *2-éthoxy-flavanone*. Les recherches dont on trouvera le détail dans le mémoire original ont confirmé cette manière de voir. En bromant en solution dans CS^2 la 2 éthoxyflavanone, un atome d'hydrogène du noyau dihydro-γ-pyronique est substitué par le brome et la 2-éthoxy-bromflavanone qui en résulte se scinde lorsqu'on la met en contact avec la potasse alcoolique en 1 mol. de HBr et en un composé de la formule $C^{15}H^9(OC^2H^5)O^2$ possédant tous les caractères d'un dérivé de la flavone et qui doit être considéré comme la *2-éthoxy-flavone*. Ce dérivé fournit à son tour par l'action de HI à l'ébullition la *2-oxyflavone* laquelle cristallise en aiguilles incolores ; F = 231 — 232° ; H^2SO^4 colore ces cristaux en jaune pur mais la solution est presque incolore, douée d'une fluorescence verte très faible ; la *2-oxyflavone* se dissout en jaune verdâtre dans la lessive de soude. Son *dérivé acétylé* cristallise dans l'alcool, étendu en longues aiguilles, blanches et brillantes, F = 157-158°.

F. R.

COMPTE RENDU DES SÉANCES

DE LA

SOCIETE DE PHYSIQUE ET D'HISTOIRE NATURELLE DE GENEVE

Séance du 2 mars 1899.

R. Gautier. Météorologie de l'hiver 1898-99. — R. Gautier. 1re année d'observations météorologiques aux forts de St-Maurice. — R. Gautier. Observations des Léonides et des Biélides à St-Maurice. — R. Gautier. Sur la petite planète *Eros* (433). — Duparc. Roches Liparites d'Algérie. — Dr Prevost et F. Battelli. La mort par les courants électriques alternatifs. — A. Le Royer. Arc-en-ciel sur le lac. — P. van Berchem. Nouvel interrupteur électrolytique Wehnelt.

M. R. Gautier donne quelques indications sur les *caractères météorologiques des trois mois de l'hiver 1898-1899.* — Cet hiver a été beau et doux, mais il y en a eu de plus doux.

Pour la *température, Décembre*, avec + 1°83, a été d'un degré au-dessus de la normale seulement. — *Janvier*, avec + 4°03, est le mois de janvier le plus chaud de la série de 1826 à 1899 après le mois de janvier 1834 qui accusait une température moyenne de + 5°14. Il est plus chaud que janvier 1877 qui comptait + 3°91. — *Février* est plutôt chaud, avec + 4°00, mais il reste en arrière d'un grand nombre de mois de février qui dépassent ce chiffre, puisque, six fois, la température de février a dépassé 5°. Les maxima sont : 1866, avec + 5°87 et 1867 avec + 5°82.

Le commencement du mois de février écoulé n'a pas été très chaud, la fin, belle mais fraîche. Ce n'est que dans la

période médiane du mois que la température s'est maintenue à une hauteur absolument inaccoutumée.

Pour *l'hiver* entier, on trouve une température de + 3°26, qui dépasse un peu celle de l'hiver de 1828 : + 3°23, mais est surpassée par celle des trois hivers suivants : 1834 avec + 4°65, 1869 avec + 4°38 et 1877 avec + 4°39.

Au point de vue de la *pluie*, décembre est sec, avec 18mm4, janvier humide, avec 104mm7 et février sec, avec 10mm1 de pluie seulement.

La *nébulosité* a été faible, surtout en février. — Décembre, avec 75 %, est au-dessous de la normale; janvier, avec 83 %, est au-dessus ; février avec 48 % est sensiblement au-dessous, la normale étant 66.6 % d'après Plantamour. Cela correspond d'ailleurs à une durée d'insolation totale de 148 heures soit de plus de 5 h. par jour, en moyenne.

M. R. Gautier annonce les résultats de la *1re année d'observations* aux *stations météorologiques des forts de St-Maurice.*

C'est à M. Albert Brun, alors au service militaire aux fortifications de St-Maurice, que M. Gautier doit d'avoir appris, au printemps de l'année 1896, qu'il existait des instruments météorologiques aux forts de Savatan et de Dailly. A cause du travail exceptionnel de l'exposition de 1896, ce n'est que l'année suivante que M. Gautier a pu visiter les forts au point de vue météorologique. Il a rencontré auprès du chef du bureau des fortifications, M. le Lt-Colonel Dietler, la plus grande obligeance pour organiser les observations météorologiques, qui se faisaient jusqu'alors déjà trois fois par jour, de façon à correspondre au service normal des stations météorologiques suisses.

Les *baromètres* des deux forts de Savatan et de Dailly sont de bons instruments de Pfister et Streit de Berne. M. Gautier les a vérifiés une première fois le 25 novembre 1897, puis, dernièrement, pour obtenir leur correction définitive, le 4 novembre 1898. Les *thermomètres*, de Buchi à Berne, ont été transférés dans des emplacements meilleurs et installés dans des cages doubles en bois, analogues à celles de l'observatoire de Genève ; l'observatoire a fourni en ou-

tre des thermomètres à maximum et à minimum. Les observations régulières ont commencé, pour le baromètre, en décembre 1897, pour la température, en janvier 1898. Elles se font maintenant, comme partout dans le réseau suisse, à 7 $^1/_2$ h. du matin à 1 $^1/_2$ et à 9 $^1/_2$ heures du soir (heure de l'Europe centrale).

M. Gautier, avec l'assentiment de M. le Lt-Colonel Dietler, y a joint l'observation de la *pluie*. St-Maurice est situé à un point intéressant de la vallée du Rhône, près de la limite entre la région plutôt humide qui avoisine le lac de Genève et la région sèche qui comprend le Valais moyen, de Martigny à Brigue. Il existe bien une station pluviométrique officielle au pont de St-Maurice, mais M. Gautier a pensé qu'il serait intéressant d'organiser, dans un périmètre restreint, une série de stations pluviométriques à des altitudes différentes, placées, toutes, sous le contrôle de la même autorité et suivies avec une régularité militaire. Le bureau météorologique central de Zurich a fourni deux pluviomètres pour les stations de Savatan et de Dailly, l'observatoire de Genève en a fourni deux, pour le village de Lavey et pour le sommet de la montagne, l'Aiguille. On possède donc là, ans un espace restreint, quatre stations pluviométriques, aux altitudes de 440 m., 700 m., 1240 m. et 1460 m. dont les plus distantes sont à 1 $^1/_2$ kilomètres l'une de l'autre dans le sens horizontal, et deux d'entre elles à plus de 1000 m., de différence d'altitude. Elles permettront d'étudier la distribution des chutes de pluie en hauteur dans une région intéressante. Les observations ont commencé, aux quatre stations, le 1er décembre 1897.

Les résultats des observations sont régulièrement communiqués à M. Gautier qui a trouvé, dans la personne de M. G. Cellérier, ancien astronome à l'observatoire, un collaborateur compétent pour le travail de réduction. Il fournira prochainement dans les *Archives* les résultats complets de la première année.

M. R. Gautier communique les *observations des Léonides faites aux fortifications de St-Maurice.*

Le temps a été très généralement défavorable en Europe du

rant le mois de novembre 1898 et, d'après les divers journaux astronomiques, il semble que l'observation des Léonides et des Biélides a été fort entravée. Le résultat paraît avoir été un peu meilleur en Amérique, sans être bien brillant. Il est d'autant plus intéressant de signaler les observations qui ont été faites, aux forts de St-Maurice. Comme M. Gautier avait tout lieu de craindre que le brouillard empêcherait l'observation des étoiles filantes dans la plaine, il avait signalé à M. le Lt-Colonel Dietler, chef du bureau des fortifications de St-Maurice, le passage des Léonides et des Biélides pour les nuits du 13 au 15, puis du 22 au 24 novembre. Sur l'ordre du Lt-Colonel Dietler, un service régulier d'observations a été entrepris, pour ces quatre nuits, aux deux forts de Savatan et de Dailly. L'observation était confiée aux sous-officiers des forts; ils se relayaient, d'heure en heure au fort supérieur, de $1^1/_2$ heure en $1^1/_2$ heure au fort inférieur.

Voici les résultats de leurs observations, en temps moyen de l'Europe centrale :

La nuit du 13 au 14 novembre a été nuageuse. On a cependant pu noter 55 météores à Dailly, de 7 h. du soir, le 13, à 6 h. $^3/_4$ du matin, le 14, avec une interruption forcée de plus de 2 heures au milieu de la nuit causée par le brouillard. A Savatan, où les interruptions ont été plus fréquentes et plus longues, on a observé 22 météores de 10 h. $^1/_4$ du soir à 6 h. $^3/_4$ du matin. Le maximum d'intensité s'est manifesté le matin entre 4 et 5 heures, avec 11 étoiles filantes observées à Dailly et 6 à Savatan. Ces météores n'étaient certainement pas tous des Léonides; mais on ne pouvait pas demander aux observateurs de déterminer les trajectoires des étoiles filantes et leur point de radiation. Cela aurait d'ailleurs été difficile, même pour des observateurs exercés, parce que la montagne borne l'horizon à une grande hauteur, à Savatan surtout, du côté de l'Est et du Nord-Est, et que le radiant des Léonides n'a dû être visible que vers le matin.

Dans la nuit du 14 au 15 novembre, le temps a été favorable dans les deux stations et l'observation, continuée de la même façon, a fourni des résultats intéressants qui sont groupés dans le tableau suivant :

nov.	*Heure* (heure centrale)	*nomb. de météores* *Dailly* (1250^m)	*Savatan* (700^m)
14	6 $^1/_2$ — 7	2	—
	7 — 8	6	—
	8 — 8 $^1/_2$	2	—
	8 $^1/_2$ — 9	4	6
	9 — 10	5	13
	10 — 11	12	12
	11 — minuit	21	24
15	minuit — 1	22	23
	1 — 2	16	15
	2 — 3	33	28
	3 — 4	28	60
	4 — 5	51	87
	5 — 6	60	86
	6 — 6 $^1/_2$	28	23
	6 $^1/_2$ — 7	7	—

Il n'y a pas concordance absolue entre les résultats des deux stations, puisque, dans le même temps, de 8 $^1/_2$ heures du soir jusqu'à 6 $^1/_2$ heures du matin, on a observé 280 météores à Dailly et 377 à Savatan. Cette discordance peut évidemment s'expliquer, en partie, par les personnalités des observateurs; elle s'explique peut-être aussi par le fait que la portion du ciel visible de Savatan étant très limitée par les montagnes, il était plus facile à un observateur isolé de surveiller tout ce qu'il voyait du ciel, qu'à celui placé à Dailly, où l'horizon est plus découvert et plus étendu.

Il n'était pas davantage question, cette nuit-là, de demander aux observateurs de déterminer les « radiants » des météores. Ils ont seulement noté que les étoiles filantes venaient du Nord, du Nord-Est et aussi du Nord-Ouest. Mais l'énorme augmentation de leur nombre sur celui qui avait été constaté la nuit précédente, prouve, à n'en pas douter, que c'étaient, en grande majorité, des Léonides. Le maximum d'intensité du phénomène s'es produit le matin du 15; entre 5 h. et 5 h. $^1/_4$, car on a noté, durant ce quart d'heure, 21 météores à Dailly et 29 à Savatan. Cela correspond d'ailleurs assez bien avec le commencement du passage observé au Yale Observatory et relaté par M. W.-L. Elkin dans le n° 451 du « Astronomical Journal ».

D'après les indications des observateurs, aucun météore n'a brillé d'un éclat comparable à celui d'un bolide, mais ils étaient plutôt brillants et même très brillants. Ils n'ont géné-

ralement pas laissé de traînée lumineuse dans l'air. Leur couleur est indiquée comme jaunâtre et même rougeâtre, ce qui ne correspond pas avec les anciennes constatations faites sur les Léonides.

L'observation des Biélides ne semble pas avoir donné de résultats cette année. Les renseignements qui nous viennent de St-Maurice ne peuvent pas éclairer beaucoup à l'égard de ces météores. Le brouillard a régné à Savatan, comme dans la vallée, du 22 au 24 novembre. Il en a été de même à Dailly dans la première nuit. Mais dans la nuit du 23 au 24, les observateurs se sont postés au sommet de la montagne, à 1500 mètres d'altitude, et là, durant quelques éclaircies dans le brouillard, ils ont pu noter 10 étoiles filantes de minuit à 1 $^1/_2$ heures et 5 de 2 h. 20 à 3 h. 45. Etaient-ce des Biélides? il est difficile de le dire. Ces météores sont indiqués par les observateurs comme beaucoup moins brillants que ceux des nuits du 13 au 14 et du 14 au 15 novembre.

M. R. Gautier fournit, d'après des sources récentes[1] quelques renseignements complémentaires sur la *petite planète dont l'orbite est intérieure à celle de Mars*, et dont M. Pidoux avait annoncé la découverte à la Société dans la séance du 6 octobre 1898.

Cet astre, remarquable par son mouvement, avait reçu, suivant la règle établie en juillet 1892, la désignation alphabétique : DQ. — Depuis, on lui a donné son numéro d'ordre (433) et, pour le distinguer des autres planètes du même groupe dont les orbites sont situées entre celles de Mars et de Jupiter et qui, toutes, portent des noms féminins et plus ou moins mythologiques, et on lui a donné le nom, masculin, de *Eros*.

Comme il a déjà été dit, cette planète intéressante a été en opposition très favorable le 21 janvier 1894, et on ne l'a

[1] *The Astronomical Journal*, nº 452, vol. XIX, p. 160.

Astronomische Nachrichten, nºs 3540 et 3545, vol. 148, p. 189 et 269.

The Astrophysical Journal, vol. IX, p. 53.

pas trouvée quoiqu'elle fût de 7me à 8me grandeur! La prochaine opposition favorable aura lieu au commencement de 1901 et il y aura lieu de préparer un programme d'observations pour arriver à déterminer, par son moyen, avec une approximation non encore atteinte, la parallaxe du soleil.

Pour obtenir aussi exactement que possible les éléments de l'orbite de cette planète intéressante, les nombreuses observations faites en 1898 ne suffisent pas. La question s'est donc posée aux astronomes de savoir si on ne retrouverait pas de traces des apparitions précédentes sur les nombreux clichés photographiques pris durant ces dernières années. Sur les clichés européens on n'a rien retrouvé, mais la recherche faite à Cambridge (Mass.) à l'observatoire du Harvard College placé sous la direction de M. Pickering a été couronnée de succès.

M. Chandler a calculé, d'après les observations de l'automne dernier, les positions probables de la planète en 1894. Une première recherche n'a pas réussi, mais en se reportant à l'opposition subséquente, moins favorable mais moins ancienne de 1896, pour laquelle l'incertitude dans les positions calculées était moitié moindre, Mme Fleming, chef du bureau des relevés photographiques à l'observatoire de Cambridge, a trouvé un cliché sur lequel la planète Eros se trouvait photographiée. Au moyen de cette position, M. Chandler a pu corriger ses premiers calculs et fournir une éphéméride beaucoup plus exacte des positions de la planète pour 1894 et 1896. Grâce à ces indications plus précises, Mme Fleming a, jusqu'à ces derniers temps, trouvé 28 clichés fournissant des positions de la planète. La plus ancienne est du 28 octobre 1893, la plus récente, du 30 juin 1896. Cet ensemble de positions jointes à celles obtenues directement en 1898, permettront à M. Millosevich, à Rome, qui s'est chargé de l'étude du mouvement de cette intéressante planète, de déterminer, très exactement, les éléments de son orbite et de fournir des éphémérides pour les prochaines oppositions.

M. le Prof. Duparc rend compte de ses recherches sur une série de *roches Liparites* d'Algérie.

MM. J.-L. Prevost et F. Battelli présentent une note intitulée *La mort par les courants électriques* (*courant alternatif*) dans laquelle ils résument les résultats fournis par 170 expériences faites sur des *chiens*, des *chats*, des *cochons d'Inde*, des *lapins*, des *rats* et démontrent de nombreux tracés de la pression artérielle des animaux expérimentés. Les courants alternatifs employés avaient une tension variant de 5 volts à 4800 volts, le courant possédant 45 périodes par seconde.

1° Les courants de haute tension (4800 ou 2400 volts chez le chien, 1200, 600 ou 240 volts chez le cochon d'Inde), appliqués pendant une fraction de seconde, une ou deux secondes de la tête aux pieds ont produit chez ces animaux des troubles graves du système nerveux : crises de convulsions intenses, ou de tétanos avec opisthotonos. perte de sensibilité, prostration générale, arrêt momentané de la respiration, perte plus ou moins prolongée des réflexes cornéen et rotulien.

Le cœur offre une accélération des ventricules avec élévation considérable de la pression artérielle qui dure plusieurs secondes et qui est suivie d'une chûte modérée de la pression avec ralentissement du cœur.

Les oreillettes sont arrêtées en diastole pendant que les contractions ventriculaires persistent. L'animal est en grand danger de mort mais peut dans certains cas se remettre spontanément et être souvent sauvé par la respiration artificielle, sans quoi le cœur se paralyse secondairement à la suite de l'arrêt de la respiration.

2° Les courants à tension relativement basse de 120 à 20 volts et même dans quelques cas de 10 volts provoquent une crise de convulsions si les électrodes sont placées de la tête aux pieds. Elles peuvent manquer si une des électrodes n'est pas placée sur la tête. La sensibilité générale n'est que peu affectée, ou ne l'est que momentanément.

L'accident le plus important est l'apparition immédiate de trémulations fibrillaires des ventricules du cœur, qui surviennent si le contact électrique a duré au moins une seconde. Les oreillettes continuent à battre, comme lorsque l'on électrise directement le cœur mis à nu.

L'animal meurt donc de cette forme de paralysie du cœur avec chûte immédiate de la pression, la respiration continuant pendant plusieurs minutes.

La respiration artificielle est alors sans effet favorable, vu cette paralysie du cœur, qui chez le chien est irrémédiable.

On peut en soumettant l'animal dont le cœur a été mis en trémulations fibrillaires par un courant de faible tension voir les contractions des ventricules se rétablir si on soumet l'animal à un courant de haute tension avant que quinze secondes se soient écoulées.

La respiration s'arrête ; mais en entretenant la respiration artificielle il est souvent possible de sauver l'animal. Ce résultat est plus facile à obtenir chez le cochon d'Inde que chez le chien, mais nous y sommes parvenus chez le chien.

3° Chez le lapin et surtout chez le rat, les trémulations fibrillaires du cœur sont ou passagères, ou nulles, en sorte que ces animaux ne meurent pas par le cœur, à la suite de l'application de courants à haute tension.

4° MM. Prevost et Battelli insistent en outre sur l'importance de la durée du courant, ainsi que sur le siège de l'application des électrodes. Ils montrent que le cœur, comme les centres respiratoires, sont d'autant plus affectés que ces organes sont placés sur la ligne de réunion des électrodes.

5° Ils insistent d'autre part sur quelques phénomènes accessoires et de moindre importance : tels que paralysie momentanée des nerfs vague et sympathique cervical, rigidité cadavérique, absence de lésions macroscopiques constantes, etc.

M. A. Le Royer a pu observer le 19 février sur la surface du lac de larges bandes brillantes présentant l'aspect d'un *arc-en-ciel* aux teintes très vives. Ce phénomène serait dû à la présence de goutelettes liquides qu'il a observées et qui flottent à la surface de l'eau. Les aspects variés que présente ce phénomène sont dus aux courbes d'intersection que fait la surface horizontale du lac avec le cône d'arc-en-ciel et varient avec la hauteur du soleil.

M. P. Van Berchem signale et décrit le nouvel *interrupteur électrolytique* pour bobine de Rhumkorf du Dr A. Wehnelt à Charlottenbourg[1]. Cet interrupteur se compose d'un récipient contenant de l'acide sulfurique à 20° 25° Beaumé et de deux électrodes, l'une formée d'une plaque métallique et l'autre d'un fil fin de platine, sortant d'un centimètre environ de l'extrémité d'un tube de verre fermé et contenant du mercure. Cet appareil est intercalé sur l'un des fils amenant le courant à l'inducteur de la bobine de façon que le pôle positif soit sur le fil fin de platine. Dès que le courant passe, le fil fin devient incandescent au milieu du bain d'acide et il se produit à sa surface un dégagement de bulles tumultueux et intermittant. M. Wehnelt a obtenu jusqu'à 1700 intermittences à la minute. M. Van Berchem a établi un de ces dispositifs dont le fonctionnement, après règlage convenable, s'est montré remarquablement constant. L'étincelle obtenue au secondaire de la bobine est une vraie flamme. Il est probable que cet interrupteur pourra être employé pour différentes recherches, spécialement dans tous les cas où il y aura avantage à obtenir un grand nombre de décharges à la seconde.

Séance du 16 mars.

E. Pitard. Indices céphalique et facial N° 2 de crânes valaisans. — E. Pitard. Reconstitution d'une tête de femme lacustre de l'âge de pierre. — E. Pitard. Trépanation sur un crâne de l'âge du bronze. — Chodat. Microorganismes des nodosités bohyoïdes des Aulnes. — Prevost et Battelli. La mort par les courants électriques continus. — C. de Candolle. Monographia cactacearum du Dr K. Schumann.

M. Eugène Pitard présente une communication sur *l'indice céphalique et l'indice facial N° 2 de diverses séries de crânes anciens de la vallée du Rhône (Valais).*

Ces séries qui comportent un total de 322 crânes sont constituées par un matériel recueilli dans les ossuaires valaisans dont les noms suivent. On a mis en regard le nombre

[1] *Elektrotechnische Zeitschrift,* 26 janvier 1898.

de crânes examinés. Les noms des localités sont classés par ordre géographique de la source du Rhône vers le lac de Genève.

Naters	114	crânes.
Viège	40	»
Rarogne	45	»
Sierre	64	»
Saxon	59	»

L'étude de l'indice céphalique considéré seul serait déjà intéressante. mais cet intérêt s'augmente si on met en regard de cette étude celle de l'indice facial N° 2 qui fournit les caractères de leptoprosopie et de chamæprosopie dont il a déjà été parlé en diverses publications.

Il est nécessaire de considérer d'abord chacune des séries isolément. Il y a une obligation d'ordre ethnographique que nous avons signalée et au sujet de laquelle nous ne revenons pas ici. Tous les caractères fournis par l'étude des diverses séries seront exposés dans le même ordre.

Série de Naters.

dolichocéphales........	2	soit le	1,77 %
sous-dolichocéphales....	2	—	1,77
mésaticéphales.........	7	—	6,19
sous-brachycéphales....	22	—	19,47
brachycéphales........	80	—	70,79

En éliminant les dolichocéphales et les mésaticéphales, nous restons en présence de 103 brachycéphales que nous pouvons sérier de la manière suivante :

de 80 à 84	33	soit le	32,35 %
de 85 à 89	51	—	50
de 90 à 94	18	—	17,65

L'indice céphalique moyen de la série totale = 85,75. Celui des 103 brachycéphales = 86,51. Les crânes considérés comme féminins sont d'un indice moins élevé = 84.98 que celui des crânes masculins.

Quant aux caractères tirés de l'indice facial ils nous fournissent les chiffres que voici :

chamæprosopes	33 %
leptoprosopes	67

Les 11 dolichocéphales et mésaticéphales ont un indice moyen de 77,37.

Série de Viège.

dolichocéphales.........	0	soit le	0 %
sous-dolichocéphales.....	1	—	2,5
mésaticéphales..........	3	—	7,5
sous-brachycéphales.....	14	—	35
brachycéphales.........	22	—	55

Sériation dès l'indice 80.

de 80 à 84	18	soit le	51,4 %
de 85 à 89	14	—	40,0
de 90 à 94	3	—	8,6

Indice céphalique moyen = 85,74. Hommes = 87,03. Femmes = 84,45.

chamæprosopes	27,5 %
leptoprosopes	72,5

Série de Rarogne.

dolichocéphales........	1	soit le	2,2 %
sous-dolichocéphales....	0	—	0
mésaticéphales.........	4	—	8,8
sous-brachycéphales.....	14	—	31,3
brachycéphales.........	26	—	57,7

Sériation dès l'indice 80.

de 80 à 84	20	soit le	50 %
de 85 à 89	19	—	48.5
de 90 à 94	1	—	2,5

Indice céphalique moyen = 84,17. Hommes = 84,29. Femmes 84,05.

chamæprosopes	17,4 %
leptoprosopes	82,6

Les dolichocéphales et mésaticéphales ont un indice moyen = 77,42.

Série de Sierre.

dolichocéphales	2	soit le	3,12 %
sous-dolichocéphales...	5	—	7,81
mésaticéphales........	11	—	17,19
sous-brachycéphales ...	30	—	46,88
brachycéphales........	16	—	25,00

Sériation dès l'indice 80.

de 80 à 84	34	soit le	53,12 %
de 85 à 89	11	—	17,19
de 90 à 94	0	—	—

Indice céphalique moyen = 82,00. Hommes = 81,27. Femmes = 80,53.

chamæprosopes	36,9 %
leptoprosopes	63,1

Les dolichocéphales et mésaticéphales ont comme indice moyen = 78,00.

Série de Saxon.

dolichocéphales.......	1	soit le	1,69 %
sous-dolichocéphales...	1	—	1,69
mésaticéphales........	5	—	8,47
sous-brachycéphales ...	11	—	18,64
brachycéphales	41	—	69,49

Sériation dès l'indice 80.

de 80 à 84	19	soit le	34,54 %
de 85 à 89	29	—	52,72
de 90 à 94	7	—	12,73

Indice céphalique moyen = 85,71. Hommes = 85,96. Femmes = 85,46.

chamæprosopes	35,7 %
leptoprosopes	64,3

Les dolichocéphales et mésaticéphales ont comme indice moyen = 77,65.

En totalisant les observations exposées ci-dessus, les chiffres suivants sont obtenus :

Séries réunies (322 crânes).

Proportion des dolichocéphales	....	1,7 °/₀
— des sous-dolichocéphales	....	2,7
— des mésaticéphales	....	9,6
— des sous-brachycéphales	....	30,0
— des brachycéphales	....	55,0
Indice céphalique (moyen) de la série totale	..	84,37
— des hommes	.....	84,78
— des femmes	.....	83,89
— des dolichocéph.	..	77,60
Proportion des chamæprosopes	....	30 °/₀
— leptoprosopes	....	70

M. Schürch[1], qui a étudié une nombreuse série de crânes de la Suisse centrale, a obtenu sous le rapport de ce dernier caractère les chiffres suivants :

chamæprosopes = 11,5 °/₀
leptoprosopes = 88,5

Les indications que nous fournissons ici au sujet de nos séries valaisannes seront discutées ailleurs et exposées avec les développements qu'elles comportent.

M. Eugène Pitard présente un buste : *reconstitution d'une tête de femme lacustre de l'âge de pierre* (station d'Auvernier) opérée par M. le professeur Kollmann, de Bâle. Il montre le moulage du crâne — avec ses repères pour la réfection des parties molles — qui a servi à cette reconstitution et explique le procédé employé par M. Kollmann.

Le même montre *une trépanation sur un crâne de femme*

[1] Communication à la réunion de la *Société helvétique des sciences naturelles*, session de Berne, 1898.

de l'âge du bronze trouvé aux Sallanches, commune de St-Jean d'Arves (Maurienne). Ce crâne, qui appartient au Musée de Chambéry, a été trouvé dans un tombeau, à 1 m. de profondeur; il présente une trépanation considérable opérée sur le pariétal droit Les détails de cette communication seront publiés.

M. le prof. Chodat parle des *microorganismes qui habitent les nodosités bohyoïdes des Aulnes.* On ne savait rien de précis sur ces végétaux parasites que les divers auteurs ont tantôt considérés comme des myxomycètes, tantôt comme un champignon. Il est en effet extrêmement difficile d'élucider leur structure. M. Chodat explique les méthodes qui lui ont permis d'y arriver. Il résulte de ses recherches que l'eau de javelle à une concentration appropriée permet d'éclaircir les pelottes en question. Le bleu de méthylène y décèle alors des filaments bactériens très nets et dont certaines extrémités passent à des formations de zooglées à la manière des ascococcus. Il y a également vraie ramification. D'ailleurs les amas zoogléiformes ne sont pas seulement terminaux; ils sont souvent intercalaires et même prennent parfois un grand développement. Les bactéries isolées, en filaments ou en zooglées, sont entourées d'une gaine ou capsule qui en masque la structure si l'on n'emploie les réactifs.

La netteté des images, le passage si parfait qui s'observe entre les filaments et les zooglées diverses ne laissent aucun doute sur la nature strictement bactérienne de ce microorganisme.

L'identité des bactéries que l'on obtient aux dépens des nodosités de l'alnus par culture sur gélatine et celle des microorganismes que l'on observe dans es tissus paraît donc réelle. (Voir sur ce sujet Chodat, *Archives* 1898, Congrès de Berne).

MM. Prevost et Battelli font une communication relative au *mécanisme de la mort par les courants électriques* (*courants continus*) qui complète la communication qu'ils

ont faite dans la dernière séance sur l'effet des courants alternatifs.

Ils ont employé dans ces expériences le courant continu qui sert à la distribution d'énergie electrique dans la ville de Genève. Le pôle positif est représenté par le fil distributeur, le pôle négatif est constitué par le sol. Entre les deux pôles il existe une différence de potentiel de 550 volts. Pour diminuer ce voltage ils ont eu recours à un rhéostat à spirale sur lequel on prenait en dérivation le courant à tension abaissée. Les autres dispositifs étaient les mêmes que ceux qui avaient été employés dans les précédentes expériences.

Le mécanisme de la mort par les *courants continus* est semblable dans ses grandes lignes à celui qu'on constate avec les courants alternatifs. Toutefois il y a plusieurs notables différences.

Les *chiens* meurent avec des tensions relativement basses par la paralysie du cœur, tandis que la respiration continue à s'effectuer pendant un certain temps, sans être directement atteinte.

Les ventricules offrent les trémulations fibrillaires signalées dans la précédente communication, tandis que les oreillettes continuent à battre. La respiration artificielle est par conséquent absolument inutile et inefficace.

Avec le voltage le plus élevé dont on pouvait disposer (550 volts) le cœur est arrêté par une seule secousse (fermeture et rupture). La respiration est suspendue pendant plusieurs secondes. Elle reprend très faible et superficielle et s'arrête bientôt.

Pour produire les trémulations fibrillaires du cœur, il faut au moins 50 volts; l'électrode positive étant placée dans la bouche et la négative sur les cuisses rasées et dans le rectum, tandis qu'il suffit dans les mêmes conditions de 10 volts avec les courants alternatifs; mais tandis qu'avec les courants alternatifs il faut que la durée du contact soit d'au moins une seconde, avec le courant continu une seule secousse, c'est-à-dire le temps nécessaire pour fermer et rompre le circuit, suffit pour obtenir ce résultat.

Chez le *cochon d'Inde* le cœur peut être mis en trémula-

tions fibrillaires par une tension d'environ 100 volts. L'électrode positive étant placée dans la bouche et la négative sur les cuisses rasées. Mais la paralysie du cœur paraît être moins définitive qu'avec le courant alternatif. Souvent le cœur se remet à battre après avoir offert un stade de trémulations : souvent aussi il s'arrête définitivement surtout si le voltage n'est pas trop élevé. Une tension de 200 à 300 volts paraît être la plus favorable pour arrêter le cœur. Il est très rare au contraire que 550 volts produisent ce résultat.

Chez les *lapins* l'état fibrillaire du cœur n'étant en général que momentané, il n'entraîne pas la mort de l'animal.

La *sensibilité* chez tous les animaux expérimentés a paru être plus fortement atteinte que par les courants alternatifs. Il en est de même pour la *respiration :* ainsi une tension de 550 volts avec un contact d'une seconde produit la mort du *cochon d'Inde* par la respiration ; le *lapin* offre une respiration faible qui se rétablit au bout de quelque temps ; le *chien* n'exécute que quelques inspirations faibles, qui s'arrêtent bientôt, car le cœur est paralysé.

Dans une communication à l'Académie des sciences, M. d'Arsonval a avancé que les courants continus ne sont dangereux que par l'extra-courant de rupture.

MM. Prevost et Battelli insistent sur ce que le courant employé par eux étant un circuit en dérivation sur le circuit principal, l'extra-courant devait être très faible. Ils ont employé aussi un rhéostat liquide présentant une résistance de 0 à 15.000 ohms qui leur permit de supprimer presque complètement les secousses de fermeture et de rupture.

Les accidents signalés du côté du cœur et de la respiration n'ont point été modifiés.

Seules les convulsions sont surtout provoquées par la secousse de rupture et manquent souvent quand on l'évite.

La secousse de rupture avec un courant de 460 volts a paru dans bien des cas faire cesser chez le cochon d'Inde les trémulations fibrillaires qu'avait provoquées le courant continu. Ce fait rappelle le rétablissement du cœur par les courants alternatifs de haut voltage signalé dans la précédente communication.

Chez le chien le cœur n'a pas pu être ranimé, il est possible que les courants de 550 volts, maximum dont on pouvait disposer, ne suffisaient pas pour cela.

Il semble d'après l'examen des tracés de la pression que les centres vaso-moteurs ou les vaisseaux ne sont pas excités comme ils le sont par les courants alternatifs.

M. C. de Candolle présente un mémoire intitulé :

Monographia Cactacearum (Gesamtbeschreibung der Kakteen) par le Dr Karl Schumann, Neudamm, 1897-1898.

La famille des Cactées présente un intérêt tout particulier, soit à cause de l'aspect si singulier des plantes qui la composent, soit surtout sous le rapport de leur distribution géographique. Il s'en faut en effet de bien peu qu'elles ne soient, comme les Broméliacées, une famille exclusivement américaine, car elles ne sont représentées dans l'ancien monde que par un tout petit nombre d'espèces du seul genre Rhipsalis. On savait déjà que l'une de ces espèces, le *R. Cassytha Gærtn.*, qui est très répandue dans toute l'Amérique tropicale, se trouvait aussi à l'état spontané l'île Maurice et même à Ceylan. Dans ces derniers temps on a découvert encore dix autres espèces de ce genre, disséminées à travers l'Afrique tropicale jusqu'à Madagascar. Mais toutes les autres Cactées connues appartiennent en propre au continent américain, sur lequel leur aire s'étend depuis le Canada jusqu'à la Patagonie avec un centre principal d'habitation dans les contrées situées immédiatement au sud et au nord du tropique du Cancer.

Les Cactées sont généralement mal représentées dans les herbiers : cela sans doute à cause des difficultés spéciales que présentent la dessication de leurs organes charnus et presque toujours hérissés de piquants. Par contre elles sont abondamment cultivées dans les serres. Mais leur apparence change souvent beaucoup dans ces conditions et il arrive que certaines espèces cultivées en Europe ne ressemblent plus du tout à ce qu'elles sont dans leur pays d'origine. En outre la plupart des plantes de cette famille manifestent une extrême variabilité pendant leur développement.

Ainsi on trouve toujours des piquants sur les jeunes pieds d'espèces qui en sont dépourvues à un âge plus avancé. De même les Echinocactus qui à l'état adulte sont caractérisés par des membres à côtes allongées ont dans le jeune âge l'apparence mamelonnée des Mamillarias et ces changements de forme sont encore plus frappants chez les Phyllocactus et Rhipsalis dont les plantules présentent la forme arrondie des Cereus tandis que leurs pieds adultes ont des pousses aplaties.

Cette grande variabilité ontogénique fait que la définition des espèces est souvent chose malaisée et on peut en dire autant de la distinction des genres à cause de la fréquence des formes intermédiaires entre celles qui semblent le mieux pouvoir servir de types génériques. Aussi les auteurs sont-ils loin de s'accorder à ce sujet et bien des genres ont-ils été successivement créés pour être presque aussitôt abandonnés. Quant aux espèces grande est la confusion, ainsi que cela devait arriver pour un groupe de plantes recherchées par une foule d'amateurs toujours à l'affût de formes nouvelles. Les horticulteurs qui les leur fournissent créent constamment de soi-disant espèces qui ne sont jamais décrites et dont les types ne sont conservés dans aucune collection botanique. Enfin si l'on considère qu'il existe un grand nombre de Cactées dont les fleurs et les fruits ne sont encore que très imparfaitement connus, on comprendra que la monographie de cette famille était une tâche des plus ardues et on doit savoir le plus grand gré à M. Schumann de s'en être chargé. Au reste personne n'était mieux qualifié pour cela que le savant éditeur du *Monatsschrift für Kakteenkunde*, ayant à sa disposition la riche collection de Cactées qu'il a lui-même rassemblées dans le Musée royal de Berlin.

Ainsi que M. Schumann le fait remarquer, si l'on ne voulait admettre dans cette famille que des genres absolument distincts, entre lesquels n'existeraient point de formes de trasition, on serait forcément conduit à n'en plus reconnaître que trois, à savoir les genres : Cereus, Opuntia et Pereskia, dont le premier comprendrait à lui seul presque toutes les espèces. Mais aucun auteur ne s'est astreint à ce système rigoureux. De Candolle, dans le *Prodromus*, admet 7 genres

de Cactées, Bentham et Hooker en ont reconnu 13 dans leur *Genera Plantarum*. M. Schumann en admet 20 dont il constitue trois tribus sous les noms respectifs de : Cereideæ, Opuntiæ, Pereskiæ, qui correspondent au fond aux trois types irréductibles dont il vient d'être question. Ces tribus, fondées principalement sur les caractères végétatifs, reposent aussi en partie sur la structure de l'ovule, les Opuntiæ se distinguant sous ce rapport des plantes des deux autres tribus en ce que leur ovule n'a qu'un seul tégument au lieu de deux.

Lorsque parut le tome III du *Prodromus* où il est traité des Cactées, c'est-à-dire en 1828, cette famille ne se composait encore que de 264 espèces. On en a découvert un grand nombre depuis cette époque et, comme nous l'avons déjà dit, une foule d'espèces nouvelles ont été proposées avec plus ou moins de raison, soit par les botanistes, soit surtout par les horticulteurs. M. Schumann s'est ainsi vu obligé d'en citer près de 1200 indépendamment des nombreux synonymes. Mais il n'a en définitive admis et décrit que 676 de ces espèces. Pour les autres il s'est borné à les mentionner sans description à la suite de celles admises dans chaque genre.

La monographie débute par un chapitre de généralités qui est fort intéressant. Les singularités de la végétation des Cactées y sont en particulier exposées avec une remarquable lucidité. Vient ensuite la partie spéciale consacrée à la classification et à la description des genres et des espèces. Les diagnoses de celles-ci sont en latin et M. Schumann a eu l'heureuse idée d'adopter pour elles le système des courtes phrases linnéennes, ce qui les rend facilement comparables entre elles. Ces diagnoses sont suivies de descriptions complètes rédigées en langue allemande et accompagnées de toutes les indications géographiques et bibliographiques nécessaires. La série des espèces de chaque genre est précédée d'une clef analytique détaillée. Enfin de nombreuses et élégantes figures intercalées dans le texte achèvent de faire de cette monographie un ouvrage éminemment pratique et agréable à consulter.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

PENDANT LE MOIS DE

MARS 1899

Le 1er, forte gelée blanche le matin.

2, très faible gelée blanche le matin.

3, forte gelée blanche le matin; fort vent à 10 h. du soir.

4, fort vent à 1 h. et à 4 h. du soir; quelques gouttes de pluie à 9 h. 45 m. du soir.

5, forte bise à 1 h. du soir et très forte bise depuis 9 h. du soir; quelques flocons de neige à 5 h. du soir; nouvelle neige sur les Pitons et les Voirons.

6, forte bise jusqu'à 10 h. du matin.

7, forte gelée blanche le matin.

8, légère pluie dans la nuit.

9, pluie jusqu'à 10 h. du matin; nouvelle neige sur le Jura.

10, très légère pluie dans la nuit.

11, forte bise à 10 h. du matin et à 1 h. du soir.

12, forte bise de 10 h. du matin à 4 h. du soir.

14, forte rosée et légère gelée blanche le matin.

15, gelée blanche le matin.

16, forte gelée blanche le matin.

17, gelée blanche le matin.

18, gelée blanche le matin.

19, légère gelée blanche le matin; très forte bise de 10 h. du matin à 1 h. du soir.

21, le sol est couvert d'une très légère couche de neige, tombée dans la nuit; neige sur toutes les montagnes environnantes; forte bise à 4 h. du soir.

22, gelée blanche le matin; fort vent à 1 h. du soir; léger halo et couronne lunaire à 9 h. du soir.

23, forte bise jusqu'à 10 h. du matin et à 7 h. du soir.

24, forte bise depuis 10 h. du matin; giboulée de neige à 11 h. 25 m. du matin, à 3 h. 40 m. et à 4 h. 30 m. du soir.

25, violente bise jusqu'à 4 h. du soir.

26, très légère gelée blanche le matin.

27, faible gelée blanche le matin.

28, légère gelée blanche le matin.

29, fort vent à 1 h. du soir.

30, légère pluie de 6 h. à 9 h. du soir.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique observées au barographe.

MAXIMUM.		MINIMUM.	
	mm		mm
Le 1er à 10 h. matin	740,53	Le 1er à 11 h. soir	737,92
4 à minuit	727,02	5 à 4 h. matin	721,41
6 à 8 h. matin	728,01	6 à 6 h. soir............	725,80
9 à minuit	718.08	9 à 4 h. soir............	711,89
14 à 10 h. matin	735.25	14 à 4 h. soir............	732,98
20 à minuit	718,93	20 à 4 h. soir............	716,20
26 à 7 h. matin	735,43	23 à 4 h. soir............	715,43
31 à minuit	732,97	26 à 4 h. soir............	733,22
		31 à 5 h. soir............	730.95

Résultats des observations pluviométriques faites dans le canton de Genève.

Observ. MM.	CÉLIGNY Ch. Pesson	SATIGNY P. Pelletier	ATHENAZ J.-J. Decor	COMPESIÈRES Pellegrin	OBSERVAT	COLOGNY R. Gautier	JUSSY M. Micheli
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Total. .	6.6	7.0	4.0	0.0	2.3	2.4	2.0

Durée totale de l'insolation à Jussy : 162h 20m.

GENÈVE. — MARS 1899.

Jours du mois.	Baromètre. Hauteur moy. des 24 h.	Baromètre. Écart avec la hauteur normale	Baromètre. Minim. observé au barogr.	Baromètre. Maxim. observé au barogr.	Température C. Moyenne des 24 heures	Température C. Écart avec la temp. normale	Température C. Minim.	Température C. Maxim.	Fract. de saturation en milliem. Moy. des 24 h.	Fract. de saturation. Écart avec la fraction norm.	Fract. de saturation. Minim.	Fract. de saturation. Maxim.	Pluie ou neige. Eau tomb. d. les 24 h.	Pluie ou neige. Nombre d'h	Vent dominant.	Chemin parcouru par le vent. Kil. par heure.	Nébulosité moyenne	Insolation. Dur. en heures.	Temp. du Rhône. Midi.	Temp. du Rhône. Écart avec la temp. normale.	Limnimètre à 11 h.
	millim.	millim.	millim.	millim.	°	°	°	°					mm.					h.	°	°	
1	739,40	+13,57	737,92	740,53	+ 2,46	— 0,52	— 4,6	+ 9,0	711	— 77	410	950	...	..	var.	5,0	0,83	4,5	+ 5,9	+ 0,5	107,0
2	735,89	+10,13	734,15	737,87	+ 4,96	+ 1,87	— 1,8	+12,1	606	—180	340	870	...	..	var.	4,2	0,20	9,6	6,0	+ 0,5	107,2
3	730,03	+ 4,33	726,69	734,21	+ 5,99	+ 2,79	— 1,9	+14,4	704	— 79	490	880	...	..	SSW. 1	4,6	0,40	7,6	6,1	+ 0,6	105,5
4	724,09	— 1,55	721,80	727,02	+10,36	+ 7,04	+ 6,5	+15,7	576	—205	430	680	...	..	SSW. 1	11,9	0,77	6,0	6,4	+ 0,9	105,5
5	723,83	— 1,75	721,41	727,23	+ 5,44	+ 2,01	— 0,2	+10,7	606	—173	500	730	...	..	NNE. 2	20,9	0,63	3,3	...	.....	107,0
6	726,96	+ 1,43	725,80	728,01	+ 0,20	— 3,35	— 3,3	+ 3,8	766	— 10	640	880	...	..	NNE. 2	16,6	0,17	10,0	5,2	— 0,4	107,0
7	724,64	— 0,83	723,65	725,85	+ 1,59	— 2,07	— 4,7	+ 8,5	766	— 8	550	920	...	..	N. 1	2,5	0,98	0,4	5,4	— 0,3	103,5
8	721,09	— 4,32	718,60	723,62	+ 4,81	+ 1,03	+ 1,9	+ 8,0	818	+ 47	780	890	0,2	..	var.	4,4	1,00	0,0	6,0	+ 0,3	103,7
9	714,20	—11,16	711,89	718,08	+ 6,88	+ 2,98	+ 3,7	+ 9,4	829	+ 60	750	890	1,9	3	var.	7,8	0,93	2,4	6,1	+ 0,3	101,0
10	722,20	— 3,10	714,69	728,04	+ 8,20	+ 4,18	+ 2,8	+14,5	748	— 18	430	960	0,0	..	calme	1,3	0,77	3,6	6,6	+ 0,8	103,0
11	730,45	+ 5,20	728,33	731,72	+ 8,24	+ 4,10	+ 6,8	+10,3	761	— 3	650	830	...	..	NNE. 2	15,5	1,00	4,1	6,6	+ 0,7	105,5
12	732,02	+ 6,82	731,50	732,85	+ 7,89	+ 3,63	+ 6,4	+ 9,9	745	— 16	710	780	...	..	NNE. 2	15,5	0,87	0,0	...	.....	104,0
13	733,15	+ 8,00	732,38	734,82	+ 8,31	+ 3,93	+ 4,7	+12,5	760	+ 1	640	850	...	..	N. 1	6,3	0,85	4,5	6,9	+ 0,9	99,5
14	731,06	+ 8,96	732,98	735,25	+ 7,94	+ 3,43	+ 2,8	+13,4	802	+ 46	610	960	...	..	var.	5,0	0,13	8,4	7,2	+ 1,1	99,5
15	733,80	+ 8,75	732,67	734,80	+ 8,05	+ 3,42	+ 2,3	+14,2	740	— 14	480	930	...	..	N. 1	2,5	0,03	9,5	7,1	+ 1,0	98,5
16	733,00	+ 7,99	731,60	734,20	+ 8,22	+ 3,47	+ 1,7	+14,9	701	— 50	400	920	...	..	N. 1	2,3	0,00	9,4	7,3	+ 1,1	101,5
17	730,83	+ 5,87	728,66	732,38	+ 9,21	+ 4,33	+ 1,9	+17,2	679	— 70	410	920	...	..	N. 1	2,3	0,00	9,5	7,6	+ 1,4	98,6
18	723,89	— 1,03	720,96	728,33	+ 9,04	+ 4,04	+ 1,2	+19,1	645	—102	360	920	...	..	var.	1,7	0,00	10,4	7,8	+ 1,5	97,5
19	720,20	— 4,68	719,00	721,09	+ 3,84	— 1,29	+ 1,9	+ 6,1	723	— 21	650	860	...	..	NNE. 2	10,9	0,80	0,0	...	.....	100,0
20	717,48	— 7,36	716,20	718,93	+ 2,13	— 3,13	— 1,9	+ 8,4	629	—113	390	880	...	..	var.	6,7	0,63	7,7	7,0	+ 0,6	97,5
21	719,11	— 5,70	717,40	720,20	— 0,09	— 5,47	— 4,1	+ 3,0	764	+ 24	520	950	...	..	NNE. 1	9,8	0,42	7,0	7,1	+ 0,6	97,8
22	719,51	— 5,26	718,44	720,60	— 0,17	— 5,68	— 7,7	+ 7,2	621	—117	260	930	0,1	..	var.	5,4	0,47	8,3	6,8	+ 0,3	96,8
23	717,44	— 7,30	715,43	719,05	+ 1,69	— 3,95	— 1,7	+ 6,0	655	— 80	430	820	...	..	NNE. 2	16,7	0,95	1,6	6,8	+ 0,2	96,7
24	721,40	— 3,31	718,07	725,30	+ 0,94	— 4,83	— 1,4	+ 3,4	710	— 23	590	780	...	..	NNE. 2	20,9	0,78	4,2	6,9	+ 0,2	95,3
25	730,28	+ 5,60	725,90	734,85	+ 0,40	— 5,50	— 1,6	+ 3,0	645	— 86	450	760	...	..	NNE. 3	29,2	0,02	11,0	5,0	— 1,7	97,0
26	734,39	+ 9,74	733,22	735,43	+ 2,03	— 4,00	— 7,1	+10,1	606	—123	260	900	...	..	var.	1,5	0,82	2,8	...	.....	90,0
27	733,19	+ 8,56	731,27	734,73	+ 5,10	— 1,07	— 3,4	+12,0	616	—111	380	870	...	..	N. 1	3,8	0,00	11,0	6,2	— 0,7	91,5
28	732,94	+ 8,34	732,03	734,28	+12,15	+ 5,85	+ 3,2	+20,0	392	—333	220	600	...	..	var.	6,3	0,08	10,9	6,8	— 0,2	92,5
29	733,86	+ 9,28	733,25	734,73	+11,72	+ 5,29	+ 2,0	+21,1	500	—223	260	690	...	..	var.	7,3	0,87	5,4	7,0	0,0	91,0
30	733,40	+ 8,84	732,34	734,23	+13,43	+ 6,57	+ 9,3	+18,7	615	—106	420	740	0,1	..	N. 1	6,7	0,92	2,3	7,7	+ 0,6	88,2
31	731,81	+ 7,26	730,95	732,97	+10,50	+ 3,80	+ 4,1	+16,9	653	— 66	490	870	...	..	var.	2,0	0,80	3,5	...	.....	88,5
Mois	727,69	+ 2,66			+ 5,84	+ 1,24			680	— 74						8,31	0,55		6,60	+0,48	99,28

MOYENNES DU MOIS DE MARS 1899

Baromètre.

	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	727,08	726,60	726,62	726,74	726.06	725,30	725 63	725,84
2e »	729.51	729.26	729.48	729.58	728,71	727 96	728.23	728 39
3e »	727,55	727,67	728,29	728 35	727,74	727 30	727 99	728,62
Mois	728.03	727,84	728,13	728,23	727,51	726,87	727.31	727.65

Température.

	0	0	0	0	0	0	0	0
1re déc.	+ 2,72	+ 1,98	+ 1,58	+ 5.70	+ 8,00	+ 8,80	+ 6,52	+ 5,41
2e »	+ 5,19	+ 3,99	+ 3,44	+ 8,11	+ 9,92	+ 11,40	+ 9,53	+ 6,71
3e »	+ 2,47	+ 0,94	+ 1,05	+ 6,64	+ 9,41	+ 9,26	+ 7,17	+ 4,79
Mois	+ 3,43	+ 2,26	+ 1,96	+ 6,81	+ 9,12	+ 9,80	+ 7,72	+ 5,61

Fraction de saturation en millièmes.

1re décade	782	804	828	692	576	589	719	714
2e »	817	860	878	689	596	547	636	725
3e »	712	764	774	576	485	423	543	654
Mois	768	808	825	650	550	516	630	696

	Therm. min.	Therm. max.	Temp. du Rhône.	Nébulosité moyenne.	Insolation. Durée en heures.	Chemin parcouru p. le vent.	Eau de pluie ou de neige.	Limnimètre.
	0	0	0		h.	kil. p. h.	mm	cm
1re déc.	— 0,16	+ 10,61	+ 5,97	0,67	47,4	7,92	2,1	105,04
2e »	+ 2,78	+ 12,60	+ 7,19	0,43	63,5	6,87	...	100,21
3e »	— 0,76	+ 11,04	+ 6,70	0,56	68,0	9,96	0,2	93,21
Mois	+ 0,57	+ 11,40	+ 6,60	0.55	178,9	8,31	2,3	99,28

Dans ce mois l'air a été calme 32,8 fois sur 100.

Le rapport des vents du NNE. à ceux du SSW. a été celui de 4,00 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 14°,6 E. et son intensité est égale à 48,5 sur 100.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU GRAND SAINT-BERNARD

pendant

LE MOIS DE MARS 1899.

Le 5, neige le matin jusqu'à 1 h. du soir et à 7 h. du soir; brouillard à 4 h. et à 10 h. du soir; forte bise depuis 4 h. du soir.

7, fort vent pendant tout le jour; brouillard à 7 h. du matin.

8, brouillard à 4 h. du soir et neige depuis 7 h. du soir; fort vent depuis 4 h. du soir.

9. brouillard jusqu'à 10 h. du matin et depuis 7 h. du soir; neige à 1 h. et à 4 h. du soir; fort vent depuis 7 h. du soir.

10, brouillard le matin jusqu'à 1 h. du soir

12, neige à 1 h. du soir; brouillard à 4 h. du soir.

19, brouillard à 4 h. et à 10 h. du soir.

20, brouillard depuis 7 h. du soir.

21, forte bise le matin jusqu'à 1 h. du soir; neige jusqu'à 10 h. du matin.

23, brouillard depuis 4 du soir; forte bise à 10 h. du soir.

24, brouillard le matin jusqu'à 1 h. du soir; neige et forte bise depuis 4 h. du soir.

25, forte bise de 10 h. du matin à 4 h. du soir.

26, neige et forte bise de 4 h. à 7 h. du soir.

30, brouillard jusqu'à 10 h. du matin et depuis 7 h. du soir; forte bise depuis 1 h. du soir.

31, brouillard depuis 4 h. du soir; forte bise à 1 h. et à 10 h. du soir.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique observées au barographe

MAXIMUM	mm	MINIMUM.	mm
Le 1er à minuit	572,50	Le 1er à 4 h. soir	571,48
5 à minuit	559,10	5 à 4 h. soir	556.16
7 à 3 h. matin	562,00	7 à 9 h. soir	560,90
9 à minuit	557,00	9 à 4 h. soir	553,69
14 à 10 h. soir	571,53	15 à 4 h. soir	571,01
21 à 10 h. soir	551,22	21 à 6 h. matin	548,20
29 à 10 h matin	571.00	29 à 4 h. matin	570,50
31 à minuit	567,30	31 à 4 h. matin	566.20

SAINT-BERNARD. — MARS 1899

Jours du mois.	Baromètre.				Température C.				Pluie ou neige.			Vent dominant.		Nébulosité moyenne.
	Hauteur moy. des 24 heures.	Écart avec la hauteur normale.	Minimum. observé au barographe	Maximum. observé au barographe	Moyenne des 24 heures.	Écart avec la température normale.	Minimum absolu.	Maximum absolu.	Hauteur de la neige.	Eau tombée dans les 24 h.	Nombre d'heures.			
	millim.	millim.	millim.	millim.	°	°	°	°	cm	mm				
1	571,95	+ 12,26	571,48	572,50	− 5,45	+ 2,78	− 7,8	− 3,7	.....	.....	....	NE.	1	0,12
2	570,89	+ 11,21	570,00	571,60	− 1,20	+ 6,97	− 5,0	+ 2,6	.....	.....	....	NE.	1	0,00
3	566,85	+ 7,17	564,00	569,50	− 0,01	+ 8,10	− 4,3	+ 5,0	.....	.....	....	SW.	1	0,07
4	561,37	+ 1,70	559,50	56[illegible],00	− 3,43	+ 4,62	− 6,3	+ 0,7	.....	.....	....	SW.	1	0,25
5	557,01	− 2,66	556,16	559,10	− 10,41	− 2,42	− 18,3	− 4,8	12,0	10,0	....	NE.	2	1,00
6	559,78	+ 0,12	558,00	561,51	− 9,91	− 1,99	− 17,0	− 7,0	.....	.....	....	SW.	1	0,00
7	561,43	+ 1,77	560,90	562,00	− 11,83	− 3,98	− 14,8	− 7,7	.....	.....	....	SW.	2	0,38
8	558,65	− 1,01	557,00	560,50	− 9,56	− 1,78	− 12,8	− 7,3	.....	.....	....	SW.	2	0,60
9	555,03	− 4,64	553,69	557,00	− 9,85	− 2,14	− 12,5	− 7,3	9,0	10,2	....	SW.	1	1,00
10	561,40	+ 1,73	556,20	565,10	− 5,08	+ 2,56	− 8,8	− 1,3	.....	.....	....	SW.	1	0,88
11	566,72	+ 7,04	565,70	567,79	− 3,68	+ 3,88	− 7,3	+ 0,5	.....	.....	....	SW.	1	0,08
12	567,85	+ 8,16	567,15	569,04	− 3,16	+ 4,32	− 5,8	+ 0,7	.....	.....	....	SW.	1	0,42
13	569,96	+ 10,26	569,10	570,70	+ 0,05	+ 7,45	− 3,0	+ 2,2	.....	.....	....	SW.	1	0,20
14	571,18	+ 11,47	570,70	571,53	+ 0,55	+ 7,87	− 3,3	+ 3,5	.....	.....	....	SW.	1	0,00
15	571,18	+ 11,45	571,01	571,50	− 0,53	+ 6,70	− 3,3	+ 2,7	.....	.....	....	SW.	1	0,00
16	570,58	+ 10,83	570,19	571,30	− 0,40	+ 6,74	− 4,0	+ 4,4	.....	.....	....	NE.	1	0,00
17	568,94	+ 9,17	567,26	570,24	− 0,10	+ 6,95	− 4,0	+ 5,9	.....	.....	....	SW.	1	0,00
18	562,47	+ 2,68	559,00	566,60	− 1,71	+ 5,25	− 6,4	+ 1,7	.....	.....	....	NE.	1	0,00
19	555,65	− 4,17	553,42	558,90	− 5,65	+ 1,22	− 9,8	+ 1,1	....	.....	....	NE.	1	0,50
20	551,31	− 8,54	550,68	553,00	− 10,43	− 3,66	− 15,8	− 6,7	.....	.....	....	NE.	1	0,33
21	550,11	− 9,77	548,20	551,22	− 17,40	− 10,73	− 20,3	− 8,8	5,0	2,0	....	NE.	2	0,50
22	552,24	− 7,67	550,80	553,50	− 13,40	− 6,83	− 21,2	− 8,8	.....	.....	....	SW.	1	0,12
23	551,53	− 8,41	550,62	553,50	− 9,78	− 3,31	− 13,6	− 3,5	.....	.....	....	NE.	1	0,73
24	552,03	− 7,95	549,90	554,[illegible]0	− 14,33	− 7,96	− 17,6	− 10,3	12,0	7,5	....	NE.	2	1,00
25	558,20	− 1,82	555,00	563,00	− 17,86	− 11,60	− 20,2	− 9,1	.....	.....	....	NE.	2	0,10
26	565,23	+ 5,17	563,00	568,00	− 9,20	− 3,04	− 20,4	− 7,3	10,0	9,7	....	NE.	1	0,57
27	569,06	+ 8,96	568,20	569,69	− 2,20	+ 3,85	− 8,3	− 0,9	.....	.....	....	NE.	1	0,02
28	569,90	+ 9,75	569,50	570,68	− 1,21	+ 4,73	− 5,6	+ 3,7	.....	.....	....	NE.	1	0,00
29	570,78	+ 10,58	570,50	571,00	− 0,43	+ 5,40	− 4,0	+ 2,7	.....	.....	....	NE.	1	0,35
30	568,27	+ 8,02	567,53	569,70	− 2,78	+ 2,94	− 4,8	+ 1,5	.....	.....	....	NE.	2	0,72
31	566,62	+ 6,32	566,20	567,30	− 3,65	+ 1,95	− 6,0	− 0,7	.....	.....	....	NE.	1	0,60
Mois	563,04	+ 3,33			− 5,94	+ 1,38								0,34

MOYENNES DU GRAND SAINT-BERNARD. — MARS 1899.

Baromètre.

	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade...	562,93	562,44	562,35	562,55	562,32	562,19	562,26	562,43
2e » ...	566,38	565,79	565,62	565,84	565,48	565,18	565,23	565,15
3e » ...	560,80	560,46	560,66	561,25	561,29	561,37	561,99	562,33
Mois	563,29	562,82	562,81	563,15	562,98	562,87	563,12	563,27

Température.

	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
	°	°	°	°	°	°
1re décade...	— 6,89	— 5,43	— 4,66	— 5,82	— 7,40	— 7,54
2e » ...	— 4,14	— 0,96	+ 0,69	— 0,81	— 3,33	— 4,20
3e » ...	— 10,00	— 7,35	— 5,95	— 6,68	— 9,10	— 8,93
Mois	— 7,11	— 4,67	— 3,39	— 4,51	— 6,69	— 6,95

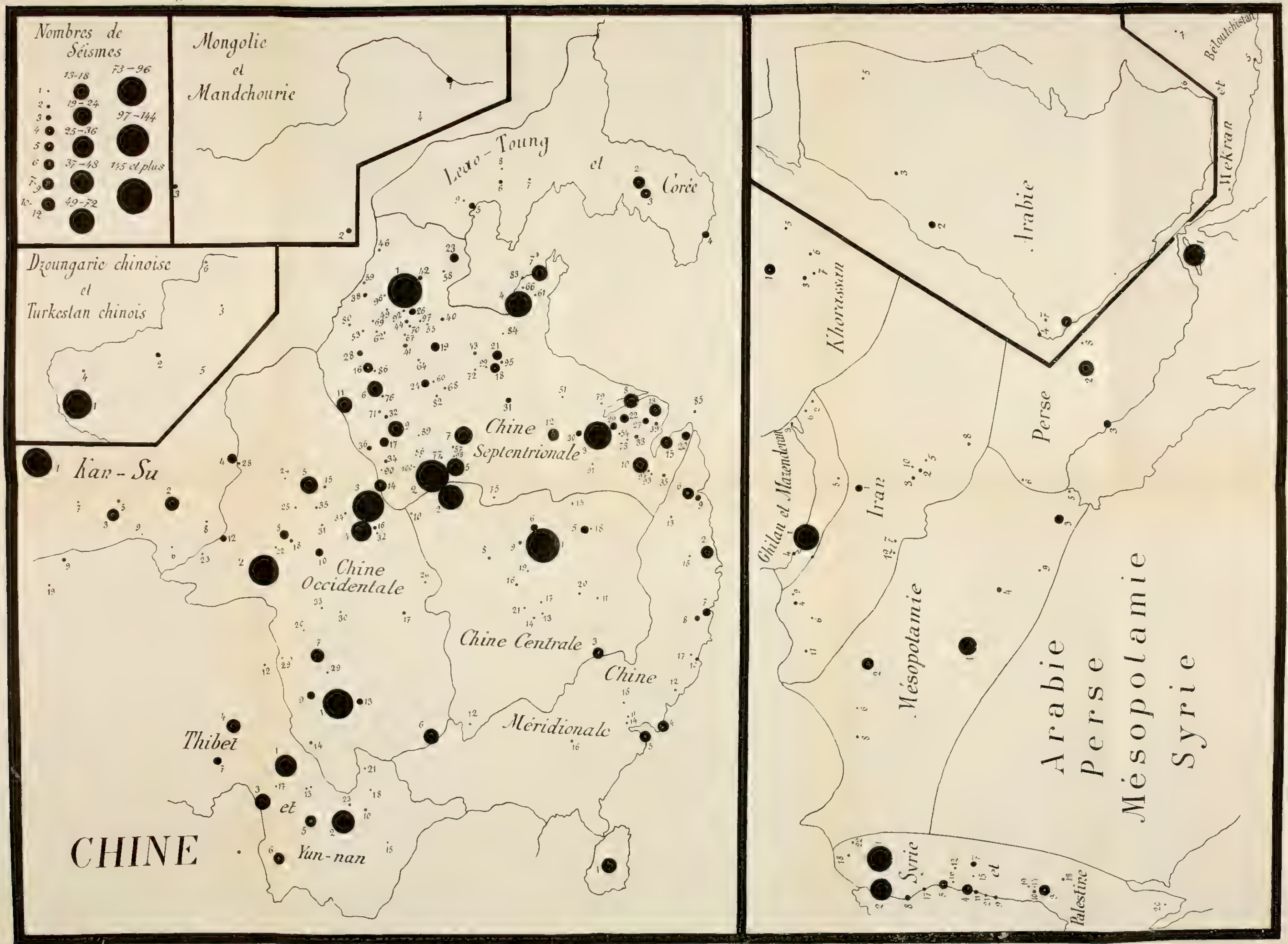
	Min. observé.	Max. observé.	Nébulosité.	Eau de pluie ou de neige.	Hauteur de la neige tombée.
	°	°		mm	cm
1re décade...	— 10,76	— 3,08	0,43	20,2	21,0
2e » ...	— 6,27	+ 1,60	0,15	0,0	0,0
3e » ...	— 12,91	— 3,61	0,43	19,2	27,0
Mois	— 10,07	— 1,76	0,34	39,4	48,0

Dans ce mois, l'air a été calme 0,0 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE à ceux du SW a été celui de 1,43 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 45° E., et son intensité est égale à 20,4 sur 100.





L'ASIE MOYENNE SISMIQUE par F. de Montessus de Ballore

NOTE

SUR

L'INTERRUPTEUR ÉLECTROLYTIQUE

DU Dr WEHNELT[1]

PAR

Henri DUFOUR

Le nouvel interrupteur pour bobines d'induction du Dr Wehnelt paraît appelé à remplacer tous les appareils en usage jusqu'ici grâce à la simplicité de sa construction, la sûreté de son fonctionnement et la rapidité extrême des interruptions qu'il peut produire. Ces qualités en commandent l'emploi à tous ceux qui pratiquent la radiographie ; elles motivent la publication des quelques observations suivantes faites en étudiant ce nouvel appareil. L'interrupteur de M. Wehnelt est un voltamètre à eau acidulée par l'acide sulfurique et à électrodes inégales. L'électrode positive est formée d'un simple fragment de fil de métal, par exemple de platine, de très petite surface, tandis que l'électrode négative est à grande surface et le plus souvent en plomb. Aussi longtemps que des courants faibles traversent l'appareil il se comporte comme un simple voltamètre.

[1] *Elektrotechnische Zeitschrift*, 1899, Heft 4.

Lorsque le courant atteint une intensité suffisante, la petite électrode produit un bruit particulier, assez intense, indiquant que le dégagement gazeux d'oxygène est intermittent. C'est à ce moment que le voltamètre devient l'interrupteur de Wehnelt. Le régime vibratoire s'établit pour une valeur de l'intensité du courant variable avec les dimensions de l'anode.

C'est donc la valeur de la densité du courant au passage de l'électrode à l'électrolyte qui est le facteur qui fixe le début de la période vibratoire. En augmentant l'intensité du courant les vibrations deviennent plus nombreuses et le fil métallique s'entoure d'une auréole lumineuse de couleur rose, semblable à celle que présente la partie capillaire d'un tube de Geissler à hydrogène. Le fil lui-même ne devient pas lumineux et, dans les expériences que nous avons faites, nous n'avons jamais vu le fil devenir rouge[1], il s'entoure seulement d'une gaine lumineuse mais la température ne s'élève pas assez pour le faire rougir. On en a une autre preuve dans le fait qu'un fil de plomb employé comme anode fonctionne aussi bien que le platine et ne présente pas trace de fusion, il se couvre seulement de péroxyde de plomb et dégage de l'oxygène.

En employant des électrodes de cuivre, de charbon, de mercure, de fer et même de métal de Wood (fondant à 80°) l'interrupteur fonctionne : avec ce dernier métal cependant cela ne dure qu'un instant, l'échauffement, vu la petite section du métal, atteint bientôt les 80° nécessaires à la fusion ; avec le mercure formant

[1] Dans une expérience, avec un courant de machine à 110 volts, le fil a rougi, mais alors l'interrupteur a cessé de fonctionner.

goutte à l'extrémité d'un tube capillaire il y a projection d'un petit nuage d'oxyde de mercure et de mercure métallique ce qui arrête le phénomène.

En changeant le sens du courant, la petite électrode, qui est alors négative, s'entoure également d'une gaine lumineuse d'un blanc très brillant si l'électrode est en platine ou en plomb ; le courant est aussi périodique et le voltamètre fonctionne également comme interrupteur, mais ses propriétés, comme nous le verrons, sont un peu différentes.

Le dégagement gazeux d'oxygène sur la petite électrode se fait avec une grande violence et a une forme explosive. Nous avons fait quelques expériences comparatives pour déterminer si, au moment où le voltamètre fonctionne comme interrupteur, l'électrolyse de l'eau se fait dans les mêmes conditions qu'avec un voltamètre ordinaire.

Les deux électrodes étaient en platine, l'une formée d'un fil court, l'autre d'une plaque de 20 c.[2] environ. On recueillait à la petite électrode tantôt l'oxygène, tantôt l'hydrogène, en employant le même courant dans les mêmes conditions.

Avec un courant ayant les deux tiers de la valeur nécessaire pour produire les interruptions, produisant par conséquent un dégagement gazeux abondant et continu, le rapport entre le volume d'hydrogène et celui d'oxygène dégagé dans le même temps était de 1.82.

En poussant le courant jusqu'à formation de la gaine lumineuse et, par conséquent, établissement des interruptions, le rapport hydrogène oxygène est tombé à 1.56.

Il semble donc que, dans ce cas, il y a surproduction

d'oxygène ou qu'un gaz différent s'ajoute au produit direct de l'électrolyse. Supposant que de l'hydrogène pouvait s'être produit par dissociation de l'eau autour de la gaine rose, nous avons, avec la collaboration de notre collègue M. C. Dutoit, dosé l'oxygène produit au moyen du pyrogallate de soude. Le résultat de deux mesures successives assez concordantes a donné une proportion de 17.5 °/₀ d'hydrogène dans l'éprouvette qui ne devait contenir que l'oxygène ; toutes les précautions avaient été prises pour empêcher toute pénétration de l'hydrogène de l'électrode négative dans les gaz de la petite électrode. Il semble donc probable qu'il y a dissociation partielle de l'eau pendant la période vibratoire de la décomposition.

L'examen spectroscopique des gaines lumineuses positive et négative montre nettement que l'illumination est produite par un gaz incandescent, le spectre est à raies (deux raies rouges et celle du sodium) si l'électrode de platine est positive, les mêmes raies accompagnées de nombreuses et brillantes raies vertes si l'électrode est négative ; il n'y a pas de spectre continu qui indiquerait l'incandescence d'un corps solide.

Un fait intéressant à constater est la variation de la luminosité de la gaine rose positive avec le régime extérieur du circuit induit. Si la résistance extérieure de la décharge est faible, par exemple sous forme d'étincelles de 4 à 5 cent. avec une bobine pouvant en donner de 20 à 25 cent., la gaine lumineuse est peu visible ; si on écarte les branches de l'excitateur pour produire des étincelles de 15 à 17 cent. la gaine lumineuse augmente d'éclat, devient très rose et la hauteur du son rendu par l'interrupteur s'élève.

Le régime électrique aux bornes de l'interrupteur de Wehnelt subit des variations avec le sens du courant. Dans les conditions où nous avons opéré nous constations par exemple que pour produire des étincelles de 13 cent., entre une pointe positive et un plan négatif, l'interrupteur fonctionnait avec un courant de 12 à 13 ampères sous une tension de 10 à 12 volts, l'électrode positive étant formée d'un fil de platine de 1 mm. de diamètre et de 12 m. de longueur ; la gaine rose était alors très lumineuse. — En changeant le sens du courant inducteur, la pointe de l'excitateur restant toujours positive, l'intensité était encore de 12 à 13 ampères, mais le voltage s'élevait de 33 à 35 volts correspondant à la tension de 16 accumulateurs employés. Cette différence montre que le voltamètre présente une résistance apparente au passage beaucoup plus grande lorsque la petite électrode est négative ; la différence est en effet très supérieure à celle résultant du voltage propre du voltamètre qui ne peut dépasser 2 à 2,2 volts. Dans toutes nos expériences la bobine (type de Carpentier) donnant 25 cent. d'étincelles, était employée sans autre modification que le remplacement du Foucault par l'interrupteur électrolytique, le condensateur restant en relation avec le circuit primaire.

Pour déterminer la fréquence des interruptions par seconde en marche normale, nous avons employé le procédé suivant. On a intercalé dans le circuit un petit électro-aimant droit formé d'un morceau de fer doux entouré de quelques spires seulement de fil de cuivre isolé ; le pôle de cet électro-aimant était placé au-dessus d'une corde de clavecin tendue sur une caisse de

sonomètre ; le courant circulant dans l'appareil dans les meilleures conditions de production d'étincelles de 10 à 12 cent. on a déterminé la longueur de la corde qui entrait en pleine vibration sous l'action périodique de l'électro-aimant ; par la comparaison des sons rendus par la corde et par un diapason il a été facile de déterminer le nombre des interruptions. Nous avons trouvé ainsi dans les conditions de notre expérience 470 interruptions par seconde ; ce nombre varie avec les conditions de régime et en particulier avec la manière dont le circuit induit de la bobine est utilisé ; il monte à mesure que la résistance extérieure augmente.

Les phénomènes observés sont qualitativement les mêmes avec des électrodes de plomb, fil de plomb pour l'anode, et plaque ou tube de plomb pour la cathode ; cette dernière influe surtout par sa surface pour faire varier la résistance ; ces électrodes de plomb peuvent être simplement mastiquées à la cire à cacheter dans des tubes de verre, la température ne s'élève pas assez pour fondre la cire, c'est encore une preuve que les actions de caléfaction qu'on a voulu faire intervenir pour expliquer le phénomène ne jouent ordinairement aucun rôle.

La densité du courant et le titre de l'eau acidulée paraissent jouer le rôle principal dans le fonctionnement de l'interrupteur. Les quelques chiffres suivants montrent l'influence de ces deux éléments.

Avec une solution d'eau acidulée de densité 1,030, on constate que l'interrupteur marche avec une électrode positive de platine de 7 mm. de longueur sur 1 mm. de diamètre, soit de 22,8 mm.^{2} de surface libre ; le courant étant de 6 ampères, cela représente

une densité de 0,25 amp. par millimètre carré (soit 25 ampères par centimètre carré produisant sur cette surface 1,450 cc. d'oxygène par seconde). — Avec la même solution l'électrode de 12 m. de longueur ne marche pas comme interrupteur lorsque la densité du courant est 0,23 amp., elle fonctionne bien avec une densité de 0,28 amp.; l'électrode de 15 mm. ne marche pas avec 0,21 amp., elle fonctionne bien avec 0,25 amp.

En portant la densité de la solution acide à 1,060 on obtient des étincelles de 176 mm. avec une densité de courant de 0,31 amp. sur l'électrode de 7 mm., et de 0,28 sur l'électrode de 12 mm. La densité de la solution s'élevant à 1,100, la marche est très régulière et les étincelles très abondantes avec une intensité de 0,33 amp. et une électrode de 7 mm.

La marche est très satisfaisante pour la même solution 1,100 avec l'électrode de 12 mm. pour une densité de courant de 0,29 amp., les étincelles sont très nombreuses et on n'ose pousser la bobine plus loin de crainte d'accident, le courant primaire étant de 12 ampéres pendant la marche de l'interrupteur.

Dans ces conditions de fonctionnement de la bobine on obtient une grande quantité de rayons X avec un tube de Röntgen, la petite électrode étant positive le tube se comporte comme un tube dur définissant avec une très grande netteté les différentes densités osseuses; le tube est excellent pour la radioscopie, vu la fixité de la lumière, et pour la radiographie. En renversant le sens du courant dans l'interrupteur et conservant la cathode sur le miroir concave dans le tube, il donne également des rayons X en moins grande abondance il

est vrai, mais ce qui frappe c'est que le tube a perdu sa puissance de définition, il appartient à la catégorie des tubes mous dont les rayons ont peu de pénétration.

Toutes les expériences précédentes ont été faites au moyen du courant fourni par une batterie de 16 accumulateurs ; la force électromotrice aux bornes de l'interrupteur était de 32 à 35 volts, on peut la diminuer encore à la condition de diminuer également la surface du fil constituant l'électrode positive, nous avons pu avec un fil de 0,5 mm. de diamètre et de 3 mm. de longueur actionner la bobine avec 8 accumulateurs seulement, c'est-à-dire une force électromotrice de 16 à 17 volts, mais l'intensité du courant étant très faible, le débit du tube de Röntgen l'était également ; il y aurait probablement avantage dans ce cas à employer plusieurs interrupteurs placés en dérivation sur le courant pour que le débit soit suffisant et que chacun d'eux ait la densité minimum de 0,25 amp. par millim. carré.

Le dispositif de l'interrupteur Wehnelt, qui après divers essais, nous a paru être le plus pratique, le plus robuste et le plus rapidement installé, est le suivant :

Un flacon de Woulff à deux tubulures et d'une capacité de 2 litres environ est rempli aux deux tiers d'eau acidulée de densité 1,06 à 1,12 ; un tube de plomb de 10 mm. environ de diamètre pénètre dans le flacon jusqu'au fond, il est relié au conducteur négatif. Un tube de verre coudé à angle droit est fixé par un bouchon dans l'autre tubulure de façon que la branche horizontale soit à peu près au milieu du flacon ; dans cette branche terminée en pointe est soudé un bout de fil de platine de 12 à 15 mm. de longueur extérieure au tube et pénétrant à peu près autant dans le tube.

Du mercure versé par la branche verticale permet d'établir la communication entre le fil de platine et un fil de cuivre amenant le courant, on peut dans ce tube intercaler sur le fil un bout de fil de plomb servant de coupe-circuit. L'eau acidulée est recouverte d'une couche de 1 à 2 cm. d'huile de paraffine qui empêche le dégagement à l'extérieur des vapeurs d'eau acidulée; avec cette disposition on peut par une simple rotation du tube de verre approcher ou éloigner l'anode de platine du tube de plomb ce qui fait varier la résistance de l'électrolyte traversée et par conséquent l'intensité du courant, en même temps, la fréquence des interruptions varie. L'immersion plus ou moins profonde du tube de plomb permet encore de produire une variation plus étendue de la résistance de l'appareil et de l'intensité du courant excitateur. Il est bon de préparer deux ou trois électrodes de platine, ce métal se désagrégeant assez rapidement à la surface par un phénomène d'arrachement semblable à celui que manifestent les électrodes des tubes de Geissler ou de Crookes dans les gaz raréfiés. L'interrupteur de Wehnelt employé avec le transformateur de M. Klingelfuss[1] nous paraît être appelé à donner pour la radiographie, radioscopie, expériences de Tesla et de Hertz les résultats les plus satisfaisants qu'on puisse avoir pour le moment. La résistance à l'usure des tubes producteurs des rayons X devra seulement être de beaucoup augmentée, car ils sont actuellement promptement mis hors d'usage.

Laboratoire de physique, Lausanne, avril 1899.

[1] *Archives des sc. phys. et nat.*, t. VI, octobre 1898.

SUR UN COHÉREUR TRÈS SENSIBLE

OBTENU PAR LE

SIMPLE CONTACT DE DEUX CHARBONS

ET SUR LA

CONSTATATION D'EXTRA-COURANTS

INDUITS

DANS LE CORPS HUMAIN PAR LES ONDES ÉLECTRIQUES[1]

PAR

Thomas TOMMASINA.

Poursuivant mes recherches sur les variations de conductibilité des limailles métalliques sous l'action des ondes hertziennes, j'ai constaté, au moyen d'un cohéreur spécial immergé dans du mercure, que les ondes n'agissent pas directement sur les limailles; que celles-ci deviennent conductrices par l'action des extra-courants, induits par les ondes dans les conducteurs métalliques qui sont réunis au cohéreur.

D'autre part, en produisant dans de l'eau distillée une chaîne (avec de la limaille de laiton, limée dans l'eau

[1] *Comptes rendus de l'Acad. des Sc. de Paris*, séance du 13 mars 1899.

même) ; par un courant de 10 volts, mais de très faible intensité (1 milliamp.), j'ai observé la fusion des petits contacts. La chaîne, longue de 6 à 7 cm., venant à se casser, ne se divisait pas en grains séparés, mais en petits bâtonnets rigides, de 11 à 12 mm. de longueur. Après un certain temps, tout le tas de limaille se trouvant sur le disque de cuivre avait pris un aspect de broussaille.

Il était naturel d'essayer, au moyen de limaille ou de poudre de corps conducteurs peu fusibles, de produire des adhérences instantanées, se détruisant par la seule interruption du courant ; résultat que je viens d'obtenir.

J'ai expérimenté avec de la poudre de charbon de lampe à arc, tamisée, en ne retenant que les grains moyens. Après beaucoup d'essais et une observation continuée pendant longtemps, j'ai pu enfin voir se former une chaîne de 12 à 15 mm. de long, par des grains de charbon adhérant l'un à l'autre. Je me suis servi du dispositif indiqué dans ma Note à l'Acad. des Sc. de Paris du 12 décembre 1898.

La possibilité d'obtenir des cohéreurs à poudre de charbon se trouvant ainsi démontrée, je suis parvenu facilement à en produire qui, une fois bien réglés, sont aussi sensibles que les meilleurs cohéreurs à limailles métalliques. Mais les cohéreurs à charbon ont le grand avantage de perdre leur conductibilité, c'est-à-dire d'acquérir de nouveau leur sensibilité, par le plus léger choc. En plaçant le cohéreur verticalement et, pour éviter toutes secousses, en faisant tremper les deux courts fils métalliques de ses électrodes dans deux godets à mercure, je suis enfin parvenu, par tâtonnements, à lui donner une telle sensibilité, qu'il suffisait d'interrompre le cou-

rant pour lui faire perdre, sans aucun choc, la conductibilité acquise par l'action des ondes sur son circuit. Cette disposition verticale m'a conduit à construire un autre type de cohéreur, qui s'est trouvé avoir la plus grande sensibilité. J'ai introduit, par chaque extrémité d'un tube de verre de 0,02 m. de diamètre et 0,12 m. de longueur, un charbon cylindrique de lampe à arc, de 7 mm. de diamètre et à bouts arrondis. Les deux charbons assujettis par des bouchons en caoutchouc étant en léger contact, il faut un certain temps pour les amorcer; mais une fois qu'on est arrivé à un réglage parfait, on a de la sorte un cohéreur peu dérangeable et d'une extrême sensibilité. J'ai pu le faire fonctionner par des étincelles de 2 mm. de longueur, éclatant entre deux autres charbons, identiques aux précédents, reliés simplement aux deux bornes du secondaire d'une bobine de Ruhmkorff.

Après ces expériences, faites avec des corps conducteurs non métalliques, j'ai voulu voir si le corps humain pouvait devenir le siège d'extra-courants induits par les oscillations électriques. En me servant toujours du dispositif précédent, j'ai placé un cohéreur avec les deux godets à mercure, à une distance de l'oscillateur telle[1] que sa résistance restait inaltérée lorsque, pendant l'action de l'oscillateur, j'interrompais le circuit dans les godets, en y laissant seulement les deux fils du cohéreur. Alors, en pinçant fortement entre l'index et le pouce légèrement humectés, de chaque main, un morceau de fil de cuivre très court, j'établissais le contact dans chaque godet. Le cohéreur, seul, se trouvait ainsi en court

[1] Pour cette constatation, je me suis servi d'un oscillateur spécial très petit et complètement enfermé dans un étui métallique.

circuit avec mon corps, pendant l'éclatement des étincelles. Ensuite, j'arrêtais l'oscillateur et je faisais tremper, dans les godets, les deux extrémités des fils formant le circuit de l'accumulateur et du relais, immédiatement ce dernier agissait et la petite lampe se rallumait. Le cohéreur était donc devenu conducteur par l'action des extra-courants induits dans mon corps par les ondes électriques [1].

La constatation des extra courants induits dans le corps humain, par des décharges électriques lointaines, pourrait peut-être éclaircir certains cas de mort par la foudre, sans action directe, que l'on explique par le choc en retour, c'est-à-dire par les phénomènes d'influence électrostatique.

Genève, Laboratoire de physique de l'Université, mars 1899.

[1] J'ai obtenu le même effet en circuit ouvert en mettant en communication une seule main avec le cohéreur.

SUR

LES MOUVEMENTS AUTONOMES DES PSEUDOPODES

PAR

Eugène PENARD.

Les observations qui ont été faites dans ces dernières années sur la cellule s'accordent toutes pour montrer l'importance capitale du noyau, lequel semble y représenter l'élément vital ou conservateur par excellence. Si par exemple dans un rhizopode ou un infusoire le corps est coupé en deux, la partie qui garde son noyau continue à vivre et régénère l'individu, tandis que le fragment isolé et dépourvu de nucléus, après s'être comporté quelques instants comme un organisme autonome, est irrévocablement condamné à périr.

Dans le cours de mes études sur les rhizopodes, mon attention avait été fréquemment attirée sur un sujet quelque peu différent, mais se rattachant encore au même ordre d'idées, c'est-à-dire sur l'autonomie apparente de certaines régions du plasma dépourvues de noyau, et en particulier des pseudopodes.

Parfois en effet on voit ces derniers se comporter de telle manière qu'on peut les considérer comme agissant

pour leur propre compte, sans que leurs mouvements paraissent être dirigés par le reste du corps. Le meilleur exemple que je puisse citer à cet égard se rapporte au genre *Gromia*, un rhizopode ou plutôt un foraminifère que l'on trouve fréquemment dans le lac de Genève. Dans la *Gromia* les pseudopodes étalés au dehors confluent parfois à quelque distance de la bouche, et forment des masses de plasma assez considérables, qui finissent par n'être plus reliées au corps que par un filament plus ou moins ténu. Ce plasma se conduit alors comme une véritable amibe, rampant de côté et d'autre, et déployant des bras de tous côtés, pour finir tôt ou tard par revenir à la bouche le long du filament qui l'y reliait, et par rentrer dans la masse commune.

Après avoir constaté dans différentes circonstances ces phénomènes et d'autres de même nature, j'ai pensé qu'il serait intéressant d'instituer quelques expériences sur des fragments complètement détachés du corps.

Mais la *Gromia*, avec ses pseudopodes extrêmement visqueux et généralement très fins, ne se prête guère à des expériences au scalpel, et il fallait trouver un organisme plus maniable. J'ai choisi pour cela la *Difflugia Lebes* Penard [1], la plus volumineuse de toutes les Difflugies. Cette espèce est rare, et se trouve presque toujours à l'état de coquilles vides; cependant il m'a été possible d'en étudier en activité un certain nombre d'invidus, provenant des marécages de Rouelbeau près de Genève.

[1] Cette espèce correspond probablement à une des nombreuses variétés de la *Difflugia urceolata* Carter, et moi-même dans le temps je l'avais décrite comme telle; mais j'en ai fait cette année une étude qui m'a obligé à la considérer comme bien autonome (voir *Revue Suisse de Zoologie*, 1899).

et les résultats de cette étude me paraissent assez intéressants pour être rapportés aujourd'hui.

Mes expériences ont consisté à détacher brusquement, d'un coup d'aiguille, un pseudopode ou fragment de pseudopode d'un individu en marche, puis à examiner ce fragment dans différentes circonstances. J'ajouterai que la plupart de ces observations ont été faites à la loupe montée, car outre la difficulté qu'il y a à manier l'objet sous un fort grossissement, le microscope a l'inconvénient de fournir trop de lumière et probablement trop de chaleur. L'organisme est alors porté à se diriger vers le côté sombre, hors du champ de vue, et les expériences ne sont pas concluantes. Avec la loupe montée ces observations exigent un œil exercé, mais les inconvénients du microscope n'existent pas, et l'étude de l'animal en pleine eau est rendue plus facile. Cependant il est nécessaire d'utiliser de temps à autre le microscope comme contrôle, et je l'ai fait autant que je l'ai pu.

Voici donc quels ont été les résultats de mes expériences :

Si après avoir détaché un fragment de pseudopode on éloigne l'animal-mère, et que ce fragment soit parfaitement libre et isolé, il commence par se mettre en boule, puis il pousse des prolongements comme une véritable amibe, prend toutes les apparences possibles, étoilée, allongée, bifurquée, etc., et se déforme continuellement sur place: enfin, après un temps variable suivant les conditions, mais qui peut aller jusqu'à plusieurs heures, le fragment périt.

Si après avoir détaché un pseudopode on laisse à côté de lui la mère, mais à une distance qui doit toujours être assez faible, par exemple, une fois ou deux fois le dia-

mètre de la coquille mère, le fragment, après s'être généralement mis en boule et pour ainsi dire recueilli un instant, pousse un prolongement dirigé vers la coquille. Ce prolongement devient toujours plus volumineux, et la masse entière du fragment finit par le constituer, formant un corps vermiforme de même direction ; ou bien aussi il pousse deux prolongements au lieu d'un et le fragment prend l'aspect d'une fourche, avec les bras dirigés vers la mère. Enfin il peut y avoir plus de deux prolongements émis, mais le fait est rare dans le cas actuel.

Le fragment détaché se comporte donc et encore comme une petite amibe, mais avec un mouvement constant de direction vers la coquille mère, et après un temps parfois fort court (quelques minutes), il finit par la rejoindre, en général à la bouche : s'il a atteint la mère sur une autre partie de l'enveloppe, il rampe le long de la coquille jusqu'à ce qu'il ait rejoint l'orifice buccal.

Pendant ce temps que fait l'individu mère ? Si le processus n'est pas trop long, il est absolument inactif, car au moment où l'aiguille a dilacéré ses pseudopodes il s'est contracté dans sa coquille, et y reste un instant caché. Mais le plus souvent, après quelques minutes, il déploie ses pseudopodes et commence à se mouvoir. La mère ne semble alors guère s'inquiéter de son rejeton, et ne se dirige pas nécessairement vers lui ; cependant, lorsque le fragment détaché est dans le voisinage immédiat, sur les deux ou trois pseudopodes de la Difflugia on peut dire qu'il y en a toujours un qui se dirige précisément vers lui, et ce n'est certainement pas là une simple coïncidence, car le fait arrive bien plus souvent que ne l'exigerait la loi des probabilités. D'ailleurs on peut presque toujours constater, en même temps que le rapprochement, une

augmentation de volume du pseudopode maternel, qui devient plus large et plus apparent que tous les autres. Très souvent aussi un second pseudopode sort à côté du premier, et le fragment libre, arrivant à proximité de la mère se trouve pris comme dans une pince par les deux pseudopodes.

Quoi qu'il en soit, le fragment en arrivant en contact avec les pseudopodes de sa mère, se soude à eux, ou bien aussi glisse à leur surface et parvient au plasma buccal, où bientôt il fait partie intégrante de l'individu. Mais cette soudure elle-même ne se fait pas du coup et sans phénomènes concomitants aucuns ; il faut pour qu'elle se produise que les deux plasmas se trouvent dans un état particulier propre à l'assimilation, et il y a là pour ainsi dire un acte de volonté. On sait en effet que chez les Rhizopodes le plasma peut être visqueux ou non, suivant le moment et les besoins de la cause ; les amibes sont généralement visqueuses à leur partie postérieure, où les contours du plasma sont moins francs que dans le reste du corps. Or le petit fragment détaché de la Difflugia présente des phénomènes de même ordre ; arrivé en contact avec les pseudopodes maternels, tant qu'il garde ses contours nets et brillants il glisse sur eux sans s'y souder aucunement ; mais après un instant très court on le voit prendre un aspect mat et nuageux, et la soudure s'opère rapidement. La Difflugia ainsi reconstituée est parfaitement identique à ce qu'elle était auparavant, et on peut la faire servir immédiatement à de nouvelles expériences.

Peut-être pourrait-on supposer que le fragment libre est simplement avalé par la mère, comme une proie ordinaire ; mais toutes les apparences sont contraires à cette

manière de voir ; il ne se forme pas de vacuole autour du fragment assimilé, et rien n'indique que ce fragment disparaisse dans les profondeurs du plasma. De plus un individu qui dans l'espace d'une seule journée avait subi dix amputations, mais auquel la matière enlevée était chaque fois rendue, se trouvait aussi bien portant et possédait des pseudopodes aussi longs et aussi volumineux le soir que le matin. Il semble que s'il avait dû d'abord dissoudre sa proie pour la réassimiler ensuite, la reconstitution des pseudopodes n'aurait pas été aussi rapide.

Les faits jusqu'ici acquis nous montrent que le voisinage de la mère opère une véritable attraction sur le plasma qui vient d'en être détaché. Mais il est facile de varier les expériences et de contrôler le processus de différentes manières : si par exemple, au moment où le fragment est allongé et où sa tête pointe tout droit sur la coquille mère, je déplace cette coquille en lui faisant décrire un arc de 180 degrés qui l'amène en face de la queue du fragment, ce dernier reste un instant inactif, puis il renverse son mouvement, parfois après avoir vaguement passé par un état de boule ; ce qui était la tête devient la queue et vice versa. Ce processus est encore conforme à ce qui se passe chez les amibes, où l'animal, s'il veut changer radicalement de direction, renverse son mouvement plutôt que de décrire un demi-cercle.

Si au lieu de faire parcourir à la coquille un arc de 180 degrés je la déplace d'un quart de cercle, de manière que le fragment allongé en ver soit sur toute sa longueur à peu près à égale distance de la mère, je vois alors se former sur l'un des points du fragment un prolongement qui se dirige droit sur la coquille ; très souvent aussi il y a deux prolongements, et la figure représente une four-

che; ou bien trois, et on a la forme d'un E; dans une de mes expériences, l'attraction se montra même si forte que tout le fragment s'étala en prenant l'apparence d'une écaille pectinée de poisson, avec les dents dirigées vers la coquille mère[1].

Enfin il est possible de varier les expériences de bien d'autres manières, et plusieurs fois par exemple, en déplaçant graduellement la mère autour du fragment, toujours dans le même sens jusqu'à lui faire décrire un cercle complet, j'ai réussi à faire pointer le fragment dans toutes les directions du cadran, comme une aiguille de montre qui en aurait décrit le tour entier.

J'ai parlé jusqu'ici comme si le fragment tout entier se déplaçait avec plus ou moins de rapidité. Mais les faits sont un peu différents; ce qui se déplace surtout, ce sont les prolongements émis par le fragment; ce dernier lui-même, dans son ensemble, se meut toujours très lentement, et en prenant des points de repère on voit bien souvent qu'il n'a fait que changer d'apparence, la queue restant presque en place. Il est probable que sur des individus fatigués les prolongements antérieurs n'ont plus la force de traîner à leur suite une partie postérieure et passive du plasma; mais dans les premiers instants qui suivent la décapitation, le déplacement est total et assez actif, comme on peut s'en assurer surtout au microscope.

Quant à la durée que l'on peut accorder à l'expérience pour un même fragment, elle est très variable suivant la

[1] Il est évident que ces processus ne sont pas toujours absolument les mêmes, et que diverses circonstances, ayant surtout rapport à la vitalité du fragment, peuvent les modifier; aussi les descriptions ci-dessus, quoique répondant à la réalité, peuventelles être considérées comme un peu schématisées.

chaleur, la lumière, la qualité de l'eau, etc. J'ai pu faire opérer à un fragment, en déplaçant la coquille mère chaque fois que la réunion allait se produire, des mouvements de direction pendant trois heures consécutives, et à ce moment constater encore la soudure possible avec le plasma maternel. Mais c'était en mars, et je doute qu'en été on puisse arriver à ce résultat.

Parfois il se détache de la mère deux ou plusieurs fragments de pseudopodes au lieu d'un ; chacun alors se conduit comme s'il était seul, sans s'inquiéter de son voisin. Par moments les fragments se touchent, semblent s'ajuster bout à bout, ou rampent l'un sur l'autre, mais je les ai toujours vus se séparer en fin de compte, pour gagner la mère indépendamment l'un de l'autre.

Jusqu'ici l'on pourrait croire que l'attraction opérée par le parent est purement physique et se rattache directement à la loi de Newton ; mais il y a quelque chose de plus : l'attraction est en réalité qualitative et non quantitative. J'ai varié en effet les expériences, en mettant auprès du pseudopode coupé, au lieu de la mère, des corps inorganiques ou même organisés mais inertes ; par exemple une petite pierre, puis une coquille vide appartenant à la même espèce que le fragment (*Difflugia Lebes*), une petite déjection de ver, un œuf de crustacé. Dans tous ces cas le fragment s'est comporté comme s'il avait été éloigné de tout objet, changeant continuellement de forme, et poussant des prolongements qui pointaient dans une direction quelconque de l'espace. Si alors je remplaçais l'objet inanimé par la mère, immédiatement le fragment pointait vers elle.

Mais il en est autrement si, au lieu de remplacer la mère par un objet inerte, on met à sa place (surtout dans

le voisinage immédiat du fragment, à un diamètre de coquille par exemple) un individu vivant d'une autre espèce, par exemple la *Difflugia pyriformis,* qui par sa taille assez volumineuse se prête bien à ces expériences. Dans ce cas le fragment, au lieu de se diriger vers la Difflugia prend un mouvement de fuite. C'est, il faut le dire, une affaire assez délicate que de constater ce mouvement dans ses détails, surtout suivant la position qu'occupe le fragment par rapport à la Difflugie ; mais des observations répétées et des contrôles nombreux m'ont prouvé que ce mouvement de fuite existe réellement et a toujours lieu lorsque le fragment est en bonne santé. Le processus est de même ordre d'ailleurs que pour l'attraction, mais avec cette différence radicale que les prolongements émis par le fragment, au lieu de prendre une direction centripète par rapport à la coquille voisine, prennent une direction centrifuge. Si par exemple un fragment vermiforme ayant à sa droite la coquille mère prend la forme d'un E, avec une coquille étrangère à droite aussi, cette forme deviendra celle d'un E renversé (Ǝ), le jambage vertical de l'E n'ayant pas changé de position ; ou bien c'est une fourche dont les dents sont dirigées vers l'extérieur au lieu de montrer la coquille, etc. Si maintenant, en lieu et place de l'étranger on amène la véritable mère, le fragment se dirige sans hésiter vers elle ; en remplaçant une seconde fois la mère par l'étrangère la direction de fuite recommence, et enfin il est possible de varier les alternatives de différentes manières, qui toutes montreront une attraction vers la mère et une répulsion pour l'étranger.

Mais il y a plus : ce n'est pas seulement une espèce étrangère qui donne lieu à ce mouvement fuyant ; j'ai fait des expériences en mettant à côté du fragment non

pas la mère, mais un autre individu appartenant à la même espèce (*Difflugia Lebes*), et dans ce cas le fragment se comporte encore comme avec un étranger; loin d'éprouver aucune attraction, il se livre à des mouvements de fuite identiques à ceux qui viennent d'être décrits.

Ces expériences sur la *Difflugia Lebes* me paraissant assez intéressantes pour être suivies sur d'autres espèces, j'ai choisi la *Difflugia pyriformis* Perty, var. *nodosa* Leidy. Cette espèce est en effet assez volumineuse, bien qu'inférieure en taille à celle de la *Difflugia Lebes*, et comme elle a l'habitude de ne déployer le plus souvent qu'un seul pseudopode, très grand, long et épais, elle semble à première vue se prêter encore plus facilement que la *Difflugia Lebes* à l'expérience. Telle serait bien le cas en effet, s'il n'existait entre ces deux espèces une différence physiologique, assez intéressante d'ailleurs, qui rend la *Difflugia pyriformis* moins maniable que l'autre. Dans cette espèce en effet, si du premier coup on ne tranche pas brusquement le pseudopode, ce dernier se retire tout d'un bloc et rapidement dans la coquille, où il reste ensuite longtemps caché[1], tandis qu'avec la *Difflugia Lebes* on peut recommencer deux ou trois fois l'opération avant que les pseudopodes aient eu le temps de se rétracter.

Quoi qu'il en soit j'ai réussi assez souvent l'opération sur la *Difflugia pyriformis* pour pouvoir contrôler toutes les expériences sans exception aucune que j'avais faites sur la *Difflugia Lebes*, et ces expériences ont toujours donné des résultats identiques à ceux que j'ai décrits jusqu'ici.

[1] J'ai donné l'explication de ce retrait dans mon mémoire sur les Rhizopodes du Léman, et à propos de l'*Hyalosphenia punctata* (*Revue Suisse de Zoologie* 1899).

La *Difflugia pyriformis* m'a même fourni l'occasion d'une expérience à laquelle la *Difflugia Lebes* ne s'était pas prêtée, et qui est une des plus intéressantes de toutes : Ayant un jour trouvé un individu en cours de dédoublement (bipartition), dans lequel la nouvelle coquille était terminée et attenante encore à l'ancienne, je mis le tout dans un cristallisoir ; quelques heures plus tard les deux individus étaient séparés et rampaient chacun de leur côté. Ayant alors coupé un pseudopode d'un des individus, puis écarté la mère pour mettre à sa place l'autre individu, c'est-à-dire la sœur, qui peu d'heures auparavant ne faisait encore qu'un avec la mère, je vis le fragment libre se comporter comme s'il avait eu affaire à sa mère, se diriger vers la coquille et finalement se souder au plasma buccal. Le lendemain, je répétai l'expérience sur un autre individu en cours de dédoublement, et le résultat fut le même.

Telles ont été, au mois de mars de cette année, mes observations sur les fragments détachés de pseudopodes. Je tiens pourtant à ajouter, comme je l'ai déjà mentionné dans une note, que ces observations sont délicates, et que si elles répondent, j'en suis persuadé, certainement aux faits, elles ne peuvent être décrites que d'une manière quelque peu schématisée. En réalité si les processus sont toujours les mêmes dans leurs traits généraux, ils varient souvent dans leurs détails, et l'on ne peut arriver à une opinion bien arrêtée qu'après des contrôles répétés. Le nombre d'amputations que j'ai exécutées se monte à environ soixante, dont trente-cinq au moins sur un seul et même individu, qui a vécu cinq jours en bonne santé, et qui, reprenant à chaque expérience le plasma qu'il avait perdu, n'a pas paru souffrir de ses blessures.

Si maintenant nous voulons résumer les résultats obtenus par ces différentes expériences sur l'autonomie des pseudopodes, nous pourrons le faire en ces termes :

Des fragments détachés d'une région déterminée du plasma (pseudopodes) se conduisent pendant quelque temps comme s'ils constituaient un organisme (rhizopode) complet. Cet organisme éphémère est attiré par un plasma identique à celui qui le constitue lui-même, et repoussé par tout plasma différent du sien. On peut considérer deux individus provenant de division et séparés depuis peu comme possédant un plasma encore identique ; à part cela, le plasma diffère d'individu à individu dans le sein d'une même espèce.

ANATOMIE COMPARÉE DE LA FEUILLE
DANS LE GENRE HERMAS

PAR

Emile DUBOULE

(Avec la planche IV.)

---

§ 1. Introduction ; Morphologie externe.

La *Monographie des Buplèvres des Alpes maritimes* de M. Briquet [1] a suscité, au Laboratoire de Botanique générale, une série de recherches tant anatomo-physiologiques que carpologiques sur la famille de Ombellifères, recherches dont les résultats ont déjà été publiés ou le seront ultérieurement. Parmi les sujets dont l'étude présente un intérêt spécial, M. Briquet nous a indiqué l'anatomie du genre *Hermas*, en ajoutant que la forme exceptionnelle des feuilles et la vie dans un milieu extrême tel qu'il est réalisé dans les montagnes du sud de l'Afrique faisaient prévoir pour ce genre quelques propriétés morphologiques et adaptatives intéressantes. Nous avons donc fait aussi soigneusement que possible l'anatomie de la feuille dans les cinq espèces suivantes : *Hermas*

[1] Voy. Briquet, *Monographie des Buplèvres des Alpes maritimes*. Vol. in-8°, Genève et Bâle 1897 (dans Burnat, *Matériaux pour servir à l'histoire de la flore des Alpes maritimes.)*

gigantea L. f., *H. villosa*, Thunb. *H. capitata* L. f., *H. quinquedentata* L. f., *H. ciliata* L. f.

C'est le résultat de ces recherches, effectuées sous la direction de M. Briquet, que nous présentons maintenant aux lecteurs.

* * *

Les *Hermas* sont des herbes suffrutescentes ou des sous-arbrisseaux, indigènes de montagnes de la colonie du Cap, où ils affectionnent les stations rocheuses et arides. Les feuilles sont, pour la plupart, réunies à la base de la tige en une sorte de rosette ; les feuilles caulinaires sont moins nombreuses, écartées et plus réduites. Chez les *H. ciliata, gigantea, capitata* et *quinquedentata*, les feuilles basilaires et inférieures sont pétiolées, tandis que chez l'*H. villosa*, où la rosette basilaire est à peine indiquée, le limbe est sessile et cordé-amplexicaule à la base. La tige varie de dimensions, chez l'*H. gigantea* elle peut atteindre plusieurs pieds de hauteur, tandis que chez certaines formes de l'*H. capitata* (variété *minima* Sond.) elle n'est haute que de quelques centimètres. Cette tige est tantôt simple et terminée par une ombelle, tantôt ramifiée dans la partie supérieure.

Les feuilles présentent des facies très divers. Chez l'*H. gigantea*, elles possèdent de grands limbes atteignant jusqu'à 30 centimètres de longueur, atténués-acuminés aux deux extrémités, très largement lancéolés ou oblongs et couverts sur les deux faces d'un épais tomentum. Chez l'*H. villosa* les limbes sont ovés, verts et un peu luisants à la face supérieure, tomenteux en dessous, assez coriaces. L'apparence des feuilles de l'*H. capita* est assez semblable à celle de l'espèce précédente au point de vue de l'indûment. Le limbe est ové-cordé, mais pourvu d'un

pétiole et la rosette est nettement caractérisée, ce qui n'était pas le cas dans l'espèce précédente. Dans l'*H. quinquedentata* les feuilles ne diffèrent guère des précédentes qu'en ce qu'elles sont cunéiformes à la base. Il convient de noter la présence d'une pubescence très caractérisée dans le jeune âge à la face supérieure du limbe dans cette dernière espèce, tandis que Sonder les décrit comme « glabrous above » sans restriction. Enfin l'*H. ciliata* possède des limbes brusquement cunéiformes à la base, d'ailleurs assez largement ovés, glabres en dessus, couverts en dessous d'un tomentum ras et blanchâtre qui, vu à loupe, semble être constitué par des poils étoilés, mais en réalité se compose de poils simples, très longs et recroquevillés un très grand nombre de fois.

Relativement à la serrature, il convient tout d'abord de remarquer qu'aucun *Hermas* ne possède des feuilles entières, mais des feuilles indivises [1]. Toutes les espèces, en effet, possèdent des créneaux ou des dents de formes variées.

Chez l'*H. gigantea* ce sont des créneaux arrondis et peu saillants.

Chez l'*H. villosa* ce sont des dents argutes, peu élevées, à sommets pointus et durs, séparés par des sinus concaves dans lesquels la marge est recourbée en dessous.

L'*H. quinquedentata* possède des créneaux assez marqués pour que les feuilles en deviennent sinuées, lobées, assez semblables, dans certains cas, à celles des chênes, d'où le nom d'*H. quercifolia*.

[1] Voy. Briquet in *Bull. Lab. bot. gén. de Genève*, I, p. 236, n. 1, et *Bull. de l'Herb. Boiss.*, V, p. 425, 1897.

La serrature la plus remarquable est celle qui est réalisée par l'*H. ciliata*. Les dents sont très étroites, fort nombreuses, argutes, avec une forte nervure médiane qui s'affaiblit à son entrée dans le limbe, et haute de près d'un millimètre sur un millimètre de largeur à la base. Comme ces dents sont très serrées et débiles le pourtour du limbe a l'air d'être entièrement cilié.

Quant à la nervation, elle consiste dans toutes les espèces en une nervure médiane robuste et en un certain nombre de nervures latérales disposées suivant le type penné. Ces nervures latérales sont reliées par des anastomoses formant un réseau polygonal. Chez la plupart des espèces, les nervures, et en particulier le réseau d'anastomoses, font peu saillie à la face inférieure ou sont cachées sous le tomentum. L'*H. villosa* fait exception à ce point de vue ; non seulement dans cette espèce les nervures font saillie en dessous, mais encore elles creusent le limbe à la face supérieure en découpant des aréoles polygonales.

Lorsque les feuilles sont pétiolées, le pétiole canaliculé se relie à la tige par une large gaine. Dans l'*H. villosa*, où il n'y a pas de pétiole, le limbe est inséré sur la tige par une base élargie. On voit d'après cette description que les *Hermas* ont une apparence très anormale parmi les Ombellifères, apparence due essentiellement à la présence d'un tomentum et de feuilles indivises.

Dans l'exposé qui suit, nous décrirons successivement pour chaque espèce l'anatomie de la gaine, du pétiole, des nervures, du limbe, des nervilles et de la région interneurale.

§ 2. Description anatomique des espèces.

Hermas gigantea.

Gaine. — La gaine de cette espèce présente en section transversale une forme vaguement triangulaire. Elle possède un épiderme à cellules très petites, à parois extérieures faiblement épaissies et peu cutinisées. Cet épiderme porte des poils peu développés sur lesquels nous reviendrons plus loin.

Sous l'épiderme se trouve une couche hypodermique à éléments plus gros que ceux de l'épiderme et qui se subérisent avec l'âge. Çà et là, cette couche est interrompue par quelques éléments non subérisés.

D'autre part, sur la face extérieure de la gaine, la subérisation atteint plusieurs assises de cellules. En outre, ce même côté extérieur présente d'une façon quelque peu irrégulière des amas de collenchyme hypodermique.

Les éléments subérisés sous-tendent habituellement ce collenchyme.

Le corps de la gaine est occupé par un parenchyme à gros éléments dont les cellules polygonales restent minces, à parois cellulosiques et dépourvues d'ornementation.

C'est dans ce parenchyme que sont plongés les faisceaux. Ceux-ci sont plus rapprochés de l'épiderme inférieur. En section transversale ils ont la forme d'un fer-à-cheval. Parfois même leur section devient circulaire et presque fermée. Le plus gros occupe le sommet de la section de la gaine et les autres se suivent en diminuant de volume à droite et à gauche jusque dans les deux petites cornes qui flanquent le pétiole, où ils sont très réduits. Le nom-

bre atteint environ 15 dans les grandes gaines. L'examen d'un faisceau médian, en section transversale, met en évidence les particularités suivantes : — Le faisceau est entouré par une épaisse cuirasse péricyclique à éléments très fortement sclérifiés et lignifiés. Ce péricycle se relie entre les arcs libériens avec le bois secondaire. De la sorte le faisceau se trouve entouré d'un épais manteau stéréique dans lequel sont immergés des îlots libériens. Les îlots ont allongés tangentiellement, au nombre de trois ou plus. On distingue facilement à leur intérieur du parenchyme libérien, à éléments relativement gros et des groupes de petits tubes criblés, accompagnés de cellules compagnes. Le bois forme un arc de cercle le plus souvent incomplet. Il est composé de trachées spiralées plus petites vers l'intérieur. Par l'action du double colorant genevois, le bois primaire à trachées se sépare très nettement de la mince couche périphérique à éléments fermés et stéreiques. La zone extérieure se colore en jaune doré, l'intérieure en brun. Entre les trachées se trouve un parenchyme à parois tendres, formant entre les éléments vasculaires des ponts le plus souvent unisériés. Le centre de l'arc ligneux est occupé par un endoxyle à petits éléments parenchymateux, conservant des parois minces et cellulosiques pendant longtemps.

Lorsque l'arc ligneux est ouvert du côté supérieur, l'entrée en est obstruée par de gros éléments parenchymateux sclérifiés. Au fur et à mesure que les faisceaux diminuent de calibre vers les bords de la gaine, on voit l'endoxyle disparaître et finalement le faisceau se réduire à une petite masse ligneuse, un seul arc libérien externe, le tout enveloppé dans un manteau scléreux. Quant aux canaux sécréteurs dont la constitution ne présente aucune

particularité, ils sont disséminés sans ordre, ça et là, dans le parenchyme, le plus souvent en face de l'ouverture de l'arc ligneux des faisceaux et en face du liber sous l'épiderme supérieur.

Pétiole. — Le pétiole présente de nombreux caractères communs avec la gaine, cependant il offre diverses particularités nouvelles. Tout d'abord sa face inférieure est sinueuse de façon à dessiner des côtes alternant avec des vallécules. L'épiderme offre des cellules à parois extérieures beaucoup plus épaissies que dans la gaine et fortement cuticularisées, à cuticule plissée. Les poils qui sont très nombreux ont une structure très caractéristique. Ils se composent d'une cellule basilaire, très courte, à parois fortement épaissies et très cuticularisées. Le lumen de cette cellule basilaire est très élargi au sommet, rétréci vers le milieu et élargi de nouveau à la base.

La paroi qui sépare la cellule basilaire de l'élément épidermique sous-jacent est extrêmement mince et cellulosique. Au contraire la paroi qui la sépare du reste du poil est épaisse et fortement cuticularisée. La partie supérieure du lumen porte quelques faibles ponctuations qui sont dirigées contre les faces. Sur le socle formé par la cellule basilaire se dresse un long flagellum unicellulaire, à parois médiocres, non cuticularisées. Ces parois sont épaissies circulairement au contact du socle basilaire. Le flagellum peut atteindre jusqu'à vingt fois et plus la hauteur du socle (fig. 1.)

L'épiderme supérieur est sous-tendu par une mince bande de collenchyme hypodermique. A la face supérieure, ce collenchyme ne reste en bandes minces que dans les vallécules, tandis que, dans les côtes, il forme d'épaisses lames de soutien, concaves en dedans et naturellement

très convexes en dehors. En outre sous les bandes de collenchyme valléculaire se trouve une étroite lame de chlorenchyme à très petits éléments polygonaux.

C'est encore ce même tissu qui remplit les petites cornes fort minces qui flanquent le pétiole à droite et à gauche. Çà et là, au-dessus de ces bandes on voit l'épiderme être interrompu par un stomate dont l'organisation sera décrite à propos du limbe.

Le corps du pétiole est occupé comme celui de la gaine par le même gros parenchyme incolore. Quant aux faisceaux, leur organisation s'est quelque peu modifiée. Tous les faisceaux sont entièrement fermés, à manchon ligneux continu, à endoxyle central (fig. 2). Ce sont donc des faisceaux fermés absolument comparables a ceux du rhizome de différentes Monocotylédones. Le liber est toujours plongé dans une puissante cuirasse stéréique périphérique, mais il forme des îlots moins allongés tangentiellement, plus nombreux, dont un occupe l'emplacement de l'ouverture de l'arc ligneux dans la gaine. En outre les îlots libériens ont une tendance manifeste à se mettre en contact direct avec le bois trachéal, tandis que dans la gaine, ils en sont séparés par de gros élément sclérifiés.

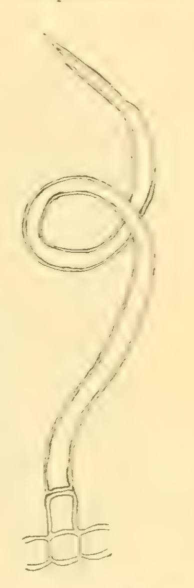


Fig. 1. — Poil de petite dimension pris sur le pétiole de l'H. gigantea. Fortement grossi.

Le bois et l'endoxyle ont la même organisation que dans la gaine, à ceci près, que l'îlot endoxylaire est plus réduit et a des éléments plus collenchymateux.

La forme générale a changé. Le faisceau médian a une forme vaguement triangulaire, à pointe tournée vers la face supérieure. Les autres ont une section elliptique,

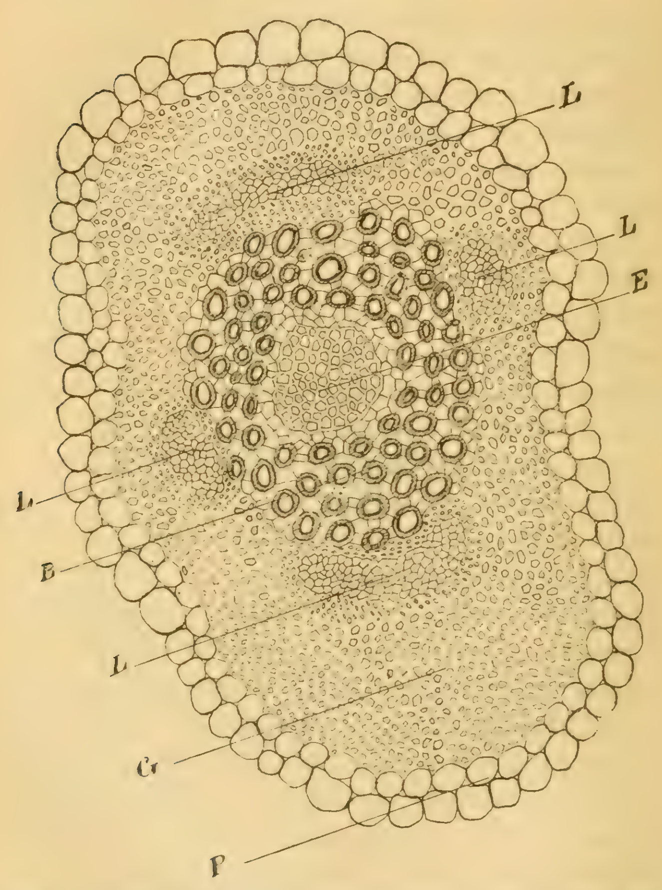


Fig. 2. — Section transversale d'un faisceau concentrique dans le pétiole de l'H. gigantea. *P*, parenchyme fondamental; *G*, manteau sclereux : *L*, ilots libériens; B, manchon ligneux ; T, ilot endoxylaire. Grossissement 280/1.

dont le grand axe est parallèle au plan antéro-postérieur du pétiole.

Quant aux canaux sécréteurs, leur distribution est encore plus irrégulière que dans la gaine. Quelques-uns sont situés à la périphérie des faisceaux. Seule, la distribution des canaux situés sous les côtés présente une certaine régularité.

Cette organisation du pétiole persiste dans toute sa longueur. Ce n'est qu'au voisinage du limbe que l'on voit les manchons ligneux s'ouvrir à la face supérieure, reprendre la disposition en fer-à-cheval et finalement se désagréger pour fournir des faisceaux aux nervures foliaires. Cette désagrégation commence par les faisceaux du bord du pétiole pour gagner graduellement ceux du centre. En fait d'autres modifications, il convient de signaler la diminution du collenchyme qui persiste d'une façon notable, surtout dans les côtes, tandis que dans les vallécules il disparaît graduellement et que le chlorenchyme prend plus de développement.

Limbe ; nervures. — Les nervures présentent une organisation générale qui rappelle quelque peu le pétiole. Elles font fortement saillie à la face inférieure. La nervure médiane ne diffère que très peu du pétiole. La disposition des faisceaux est soumise à des perturbations perpétuelles, dues aux fréquentes sorties d'éléments se rendant dans les nervures latérales. Les faisceaux forment, en thèse générale, en section transversale, des arcs ouverts remplis de collenchyme endoxylaire. Le collenchyme et les autres tissus ne présentent rien de particulier. Dans les grosses nervures secondaires, on voit sur la face inférieure que l'épiderme est sous-tendu par une épaisse couche de collenchyme. Cette couche existe aussi à la face supérieure, mais elle est beaucoup plus faible. Les faisceaux sont plongés dans le parenchyme fondamental et organisés à

peu près comme à l'extrémité supérieure du pétiole, avec cette différence cependant que l'endoxyle est réduit à peu de chose, ou a entièrement disparu, et que le bois n'a plus la forme d'un arc, mais constitue un petit massif compact. Il y a habituellement un gros faisceau au-dessus duquel sont situés deux petits faisceaux jumeaux, destinés à sortir dans les nervures.

Le chlorenchyme du limbe descend assez bas sur les flancs du pétiole. Il existe habituellement deux canaux sécréteurs situés en dehors du gros faisceau médian et un autre plus petit à la face opposée de la nervure.

Sauf la diminution de calibre et la réduction des faisceaux à un seul, l'organisation des nervilles ne diffère guère de celle des nervures.

Région interneurale.— Les deux épidermes sont couverts de poils formant un feutre épais, lequel s'étend aussi au-dessus des nervures.

Ces poils ont sensiblement la même organisation que celle décrite dans le pétiole.

L'épiderme supérieur a des cellules médiocres, faiblement épaissies sur les parois externes, situées assez régulièrement dans un même plan. Il est dépourvu de stomates. L'épiderme inférieur a des éléments plus petits et beaucoup plus irréguliers. Tantôt ses cellules font saillie, tantôt au contraire elles sont en retrait. Toutes les parois en sont très minces.

Çà et là, il est interrompu par de très petits stomates du type habituel des dicotylédones, à lumen triangulaire, dont la pointe est tournée vers les lèvres de l'ostiole, à becs externe et interne médiocres. Les stomates sont accompagnés de cellules annexes qui ne diffèrent en rien des cellules épidermiques voisines. Ils sont souvent légère-

ment surélevés. Il est curieux de constater que l'épiderme inférieur est assez fortement chlorophyllifère.

Quant au mésophylle, son organisation est très peu différenciée. Il est constitué par une mince couche de parenchyme, à éléments globuleux et lâches, dont la couche, située sous l'épiderme supérieur, a une forme plus quadratique, sans être bien nettement palissadique.

Hermas villosa.

Gaine. — Les gaines de cette espèce ont, en section transversale, l'apparence d'un long ruban. Elles sont beaucoup plus minces que dans l'espèce précédente. L'épiderme comporte des cellules très petites à parois extérieures fortement épaissies et cuticularisées. Cet épiderme est dépourvu de stomates. Il porte de nombreux poils flagelliformes, organisés comme dans l'espèce précédente, mais à flagellum souvent enroulé en tire-bouchon et à lumen très étroit. Le corps de la gaine est occupé par un parenchyme à gros éléments polygonaux, lequel devient de plus en plus collenchymateux au fur et à mesure que l'on se rapproche de l'épiderme. Les faisceaux sont plongés dans ce parenchyme. Ils ont la forme d'un croissant ou d'un rein dont la concavité est tournée du côté de la face supérieure. Les faisceaux sont enveloppés par une épaisse couche péricyclique, entièrement parenchymateuse, contenant rarement une scléréide isolée, dans laquelle sont immergés de nombreux petits îlots libériens. Le bois est entièrement constitué par des trachées spiralées, laissant entre elles, suivant le rayon, quelques bandes de parenchyme, à parois minces. Les trachées sont, pour la plupart, en contact les unes avec les autres. La concavité de l'arc

ligneux a le fond occupé par un endoxyle à parois minces. Les canaux sécréteurs sont très volumineux, beaucoup plus que dans l'espèce précédente. Ils accompagnent habituellement, au nombre de deux, chaque faisceau; l'un est placé à quelque distance au-dessus dans le parenchyme, l'autre à quelque distance au-dessous. En outre, on constate un certain nombre de canaux disséminés sans ordre dans le parenchyme.

Limbe; nervures. — Au voisinage du limbe les faisceaux se segmentent pour fournir les nervures du limbe. La nervure médiane ne présente aucune particularité qui la distingue de la gaine, si ce n'est le désordre caractéristique des éléments fasciculaires, désordre dû au détachement des nervures latérales. Notons cependant que le massif central, duquel se détachent les nervures, présente une forme plus ou moins semi-circulaire et que le bois possède à sa périphérie un cambium très net. Dans les nervures secondaires, qui font fortement saillie à la face inférieure, presque tout le corps de la nervure est occupé par un collenchyme, dont les éléments, plus petits, situés à la périphérie, sont très fortement épaissis, tout en restant cellulosiques.

Plusieurs canaux sécréteurs sont disséminés sans ordre dans ce collenchyme neural.

Un gros canal sécréteur domine le faisceau à la face supérieure. Ce faisceau a une section en forme de fer-à-cheval. Le chlorenchyme descend très peu sur les flancs du faisceau. Quant aux nervilles, elles font à peine saillie à la face inférieure. Le faisceau y est très réduit. Elles sont pourvues de deux canaux sécréteurs, petits, situés l'un en dehors du péricycle, l'autre en dehors de l'endoxyle.

Région interneurale (fig. 3). — L'épiderme supérieur est très remarquable. Il est constitué par des cellules macrocytiques, palissadiques, à parois radiales et internes, cel-

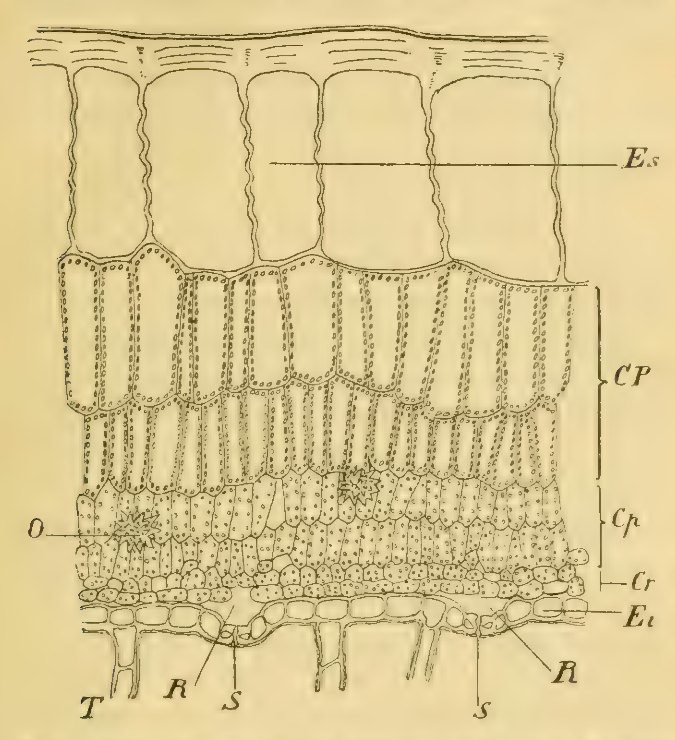


Fig. 3. — Section transversale des tissus interneuraux dans l'H. villosa. *Es*, épiderme supérieur; *Ei*, épiderme inférieur; *S*, stomate; *R*, chambre respiratoire; *T*, poil; *CP*, palissades supérieures; *Cp*, palissades inférieures; *Cr*, chlorenchyme spongieux; *O*, mâcles d'oxalate de chaux. Grossissement 324/1.

lulosiques et minces, les radiales s'ondulant par la dessication. Les parois extérieures sont très fortement épaissies et presque entièrement cuticularisées. Cette paroi externe est épaissie sur les points où viennent s'attacher les parois radiales. Cet épiderme communique avec l'endoxyle des faisceaux au moyen de cellules parenchyma-

teuses, allongées radialement; le mésophylle est donc interrompu même au-dessus des plus petites nervilles.

La hauteur totale de l'épiderme supérieur atteint presque l'épaisseur de tout le mésophylle. Il est entièrement lisse et dépourvu de poils.

L'épiderme inférieur est microcytique, à éléments un grand nombre de fois plus petits que ceux de l'épiderme supérieur.

Certains éléments font saillie tandis que d'autres sont en retrait. Les parois externes ne sont qu'un peu plus épaisses que les autres. Elles sont cuticularisées dans leur région extérieure et à cuticule plus ou moins plissée.

Les poils ont des cellules basilaires à parois peu sclérifiées ; les flagellum sont parfois pourvus d'une ou deux cloisons et à lumen très étroit. Les stomates sont nombreux, un peu surélevés, à cellules annexes ascendantes, à lumen triangulaire, dont la pointe touche presque les lèvres de l'ostiole. Les becs extérieurs, entièrement cutinisés, sont très aigus; les intérieurs ne sont pas cutinisés et à peine indiqués. Sous le stomate se trouve une chambre respiratoire assez spacieuse.

Le mésophylle se compose de deux couches de palissades occupant le $^2/_3$ de l'épaisseur totale, à éléments étroits. Les palissades supérieures sont étroitement plaquées contre l'épiderme supérieur, à raison de trois à six par cellule épidermique.

Sous le tissu palissadique se trouve une couche chlorophyllienne à éléments quadratiques peu nets, qui domine deux à quatre assises d'éléments globuleux ou polyédriques, lâches et très petits, représentant le chlorenchyme spongieux.

Ca et là le chlorenchyme est interrompu par des idio-

blastes polyédriques contenant de gros oursins d'oxalate de chaux. Ceux-ci sont disposés sans ordre, tant dans la région palissadique que dans la région spongieuse.

Ajoutons, pour terminer, que dans les dents de la feuille les faisceaux se terminent par un massif de trachéides entourées d'un épithème parenchymateux, à parois tendres, communiquant avec des stomates aquifères, disséminés çà et là à la face inférieure de la dent.

Hermas capitata.

Gaine. — En section transversale la gaine de cette espèce a vaguement la forme d'un croissant. Le pourtour sinueux présente des côtes et des vallécules alternant d'une manière irrégulière. L'épiderme est formé de cellules larges et peu hautes. Elles sont épaissies du côté extérieur et cuticularisées. La cuticule est assez fortement plissée. La surface de la gaine est glabre ; contrairement aux deux espèces précédentes. Au-dessous de l'épiderme se trouve une faible couche de collenchyme peu caractérisé, plus épaisse sous les côtes que sous les vallécules. A l'intérieur de cette couche de collenchyme hypodermique, on rencontre un parenchyme à gros éléments. Les faisceaux sont plongés dans la zone moyenne de ce parenchyme. Ils sont ouverts, à concavité tournée du côté supérieur. Le faisceau principal possède à sa périphérie quatre ou cinq groupes libériens construits comme dans les espèces précédentes et protégés dans leur région dorsale par des massifs péricycliques sclérifiés. L'arc ligneux est habituellement continu, à vaisseaux disposés en séries radiales, plus ou moins régulières. Presque tous sont spiralés. Les rayons de vaisseaux sont

presque tous séparés par des rayons de parenchyme à parois minces. La concavité de l'arc ligneux est occupée par un endoxyle parenchymateux, à très petits éléments cellulosiques, dans lequel sont plongées les trachées initiales. Quant aux canaux sécréteurs, ils sont disséminés dans le parenchyme fondamental. Deux d'entre eux se trouvent en général placés sur l'axe antéro-postérieur de chaque faisceau.

Pétiole. — Dans la région inférieure du pétiole on voit encore des cornes; mais celles-ci se réduisent de plus en plus, bientôt le pétiole présente, en section transversale, l'organisation générale suivante: La coupe du pétiole est vaguement pentagonale, à angles arrondis. A la face supérieure il est creusé en gouttière. L'épiderme offre des cellules subisodiamétriques ou un peu élargies tangentiellement. Il est sous-tendu par une ou deux couches de collenchyme très fortement caractérisé. Ces couches augmentent de nombre sous les côtes. Il existe du chlorenchyme sous la forme de petits éléments globuleux ou polyédriques, surtout sous les faces latérales du pentagone et sous l'épiderme de la gouttière. Tout l'intérieur du pétiole est occupé par un parenchyme incolore à très gros éléments. Dans ce parenchyme sont plongés des faisceaux au nombre de cinq à sept, qui présentent tout à fait les caractères décrits dans la gaine, sauf que les arcs péricycliques sont beaucoup moins marqués. Il en est de même pour les canaux sécréteurs. Dans sa partie inférieure le pétiole est encore glabre. Vers le sommet il en est autrement. L'épiderme porte de nombreux poils crispés et crépus, à parois minces, unisériés et pluricellulaires, la cellule terminale étant beaucoup plus longue que les autres.

Limbe ; nervure médiane (fig. 4). — La nervure médiane fait entièrement saillie à la face inférieure du limbe. Son emplacement est trahi à la face supérieure par une petite

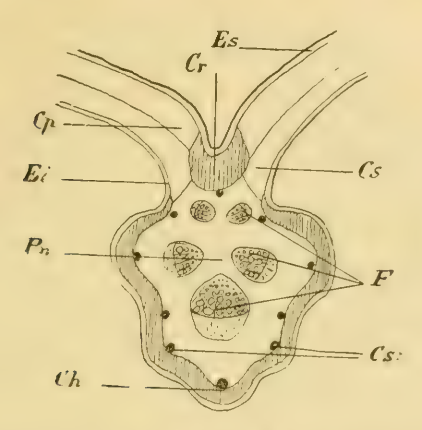


Fig. 4. — Coupe transversale d'ensemble de la nervure médiane chez l'H capitata — *Es*, épiderme supérieur; *Ei*. épiderme inférieur ; *Cp*, chlorenchyme palissadique ; *Cs*, chlorenchyme spongieux ; *Cr*, collenchyme de la rigole supérieure ; *Ch*, collenchyme hypodermique inférieur ; *Csr*, canaux sécréteurs ; *F*, faisceaux libéroligneux ; *Pn*, parenchyme neural fondamental. Grossissement 37/1.

rainure. La nervure offre comme le pétiole, en section transversale, une disposition vaguement pentagonale. les côtes latérales et dorsales étant arrrondies. L'épiderme possède des éléments subisodiamétriques, fortement cuticularisés, mais relativement peu sclérifiés sur les parois extérieures, à parois latérales minces, à parois internes relativement minces aussi. Toute la région hypodermique. saillante à la face inférieure, est occupée par deux à trois assises de collenchyme, très caractérisé et très dense. Le corps du pétiole est occupé par un parenchyme incolore, à gros éléments plus ou moins polyédriques. Les faisceaux sont plutôt rapprochés de la face supérieure. Ils sont au nombre de cinq, mais ce chiffre se réduit avec

les sorties dans les nervures latérales. Les faisceaux sont construits comme dans le pétiole, seulement l'endoxyle y est très réduit ou nul. Le plus gros d'entre eux correspond au sommet du pentagone. Le chlorenchyme descend légèrement sur les flancs du pentagone, sans se mettre d'ailleurs en contact avec les faisceaux.

Sous la rainure ventrale de la nervure se trouve une petite bande de collenchyme. L'indument sera décrit à propos du tissu interneural.

Nervures latérales et nervilles. — Les nervures latérales ne diffèrent de la nervure principale que par leur réduction du calibre et par conséquent par une diminution quantitative correspondante pour les divers tissus. Quant aux nervilles, elles ne font pour ainsi dire pas saillie à la face inférieure ; elles ne contiennent qu'un petit faisceau, correspondant avec l'épiderme supérieur par une bande de parenchyme neural. Du côté supérieur les nervilles sont toutes pourvues de la rainure caractéristique déjà signalée.

Tissus interneuraux (fig. 5). — Ce qui frappe d'abord dans cette espèce, c'est l'hétérodermie. L'épiderme supérieur est absolument dépourvu d'indument. Les cellules sont assez grosses, subisodiamétriques, à parois intérieures et latérales minces, à parois externes médiocrement épaissies, mais recouvertes d'une solide cuticule. Cet épiderme porte de nombreux stomates placés dans le plan de l'épiderme. Les cellules de bordure sont beaucoup plus petites que les cellules annexes, celles-ci étant d'ailleurs peu différentes des éléments épidermiques voisins. Les cellules de bordure possèdent deux becs presque aussi accusés l'un que l'autre, l'extérieur étant cependant seul cuticularisé. Le lumen de ces cellules est nor-

malement triangulaire. Les stomates possèdent chacun une spacieuse chambre respiratoire. L'épiderme inférieur a une organisation totalement différente. Il est d'abord

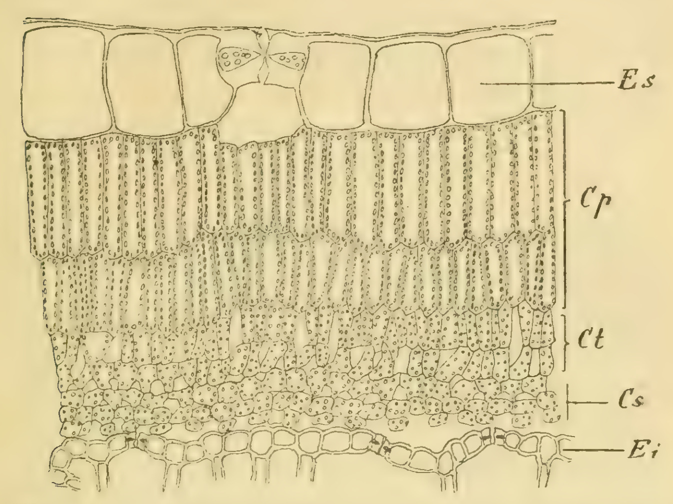


Fig. 5. — Section transversale des tissus interneuraux dans l'H capitata. *Es*, épiderm, supérieur; *Cp*, chlorenchyme palissadique; *Ct*, éléments collecteurs de transition ; *Cs*e chlorenchyme spongieux; *Ei*, épiderme inférieur. Grossissement 324/1.

recouvert d'innombrables poils, semblables à ceux qui ont été décrits pour le pétiole, mais recroquevillés, ondulés, très longs et enchevêtrés les uns dans les autres, de façon à former un feutre dense et plus épais que toute l'épaisseur du limbe Les cellules épidermiques ont une cuticule faible et des parois presque également minces de tous les côtés. Elles sont sensiblement plus petites que celles de l'épiderme supérieur. En outre, au lieu d'être toutes placées dans un même plan, elles forment une surface irrégulièrement ondulée. C'est au fond des plis ainsi dessinés que se trouvent généralement des stomates qui sont plus petits que ceux de la face supérieure,

quoique sensiblement conformes. Le mésophylle est nettement bifacial. Du côté supérieur, il comprend au moins deux rangées de palissades, tandis qu'à la face inférieure se trouve une couche plus faible de chlorenchyme spongieux, à éléments faiblement rameux. Les palissades sont réunies aux cellules spongieuses par des cellules collectrices faiblement caractérisées.

Hermas quinquedentata.

Gaine. — La coupe transversale de la gaine de cette espèce présente la forme d'un croissant à concavité très accentuée. Le pourtour est moins sinueux que dans l'espèce precédente. La gaine est recouverte de poils du côté extérieur, mais est glabre à l'intérieur. Les poils sont plus abondants vers le sommet. Ils sont recroquevillés et crépus, très allongés et enchevêtrés de façon à constituer un feutre. Les parois en sont assez épaissies, peu cutinisées. Les cloisons transversales sont rares. L'épiderme possède des cellules médiocres, un peu étirées tangentiellement, à parois extérieures assez fortement cuticularisées. Cet épiderme est sous-tendu, au moins du côté inférieur, par quelques éléments collenchymateux. Le corps de la gaine est occupé par un parenchyme à gros éléments incolores. Les faisceaux, au nombre d'environ sept, possèdent un péricycle non collenchymateux. Le bois est presque entièrement constitué par des trachées spiralées, sans intercalation de parenchyme, si ce n'est dans la région endoxylaire qui est très peu développée. Le liber forme à la périphérie du bois une mince couche à péricycle périphérique, non collenchymateux. Les canaux sécréteurs sont placés en face du liber de chaque

faisceau. En outre il existe quelques canaux plus petits, disséminés sans ordre.

Pétiole. — La coupe transversale de la partie inférieure du pétiole a aussi la forme d'un croissant, dont le sommet est formé par une côte assez marquée. Les sinuosités du contour sont moins nombreuses que dans la gaine. La face dorsale du pétiole est recouverte de poils qui forment un feutre moins épais que celui décrit pour la gaine. La face supérieure est glabre. Les cellules de l'épiderme ont une section transversale isodiamétrique ou allongée tangentiellement. Elles ont des parois très épaissies et fortement cuticularisées du côté extérieur. La couche de collenchyme qui sous-tend l'épiderme est forte de deux à quatre assises. La partie intérieure du pétiole est remplie par un parenchyme incolore, dont les éléments sont plus petits dans les parties rapprochées des faisceaux. Ces faisceaux sont en général au nombre de sept, et présentent d'ailleurs la même organisation que dans la gaine. Il en est de même pour les canaux sécréteurs. Quant au chlorenchyme il est très peu développé et apparaît en mince bande sous l'épiderme supérieur et sur une petite étendue des faces latérales.

Limbe ; nervure médiane. — La nervure médiane fait très fortement saillie en dessous, tandis qu'elle correspond, à la face supérieure, à une rainure très marquée. En section transversale la nervure se rattache au corps de la feuille par un isthme étroit. Sur le côté dorsal l'épiderme possède des éléments médiocres, à parois extérieures très épaissies et cuticularisées, à cuticule plissée. L'épiderme porte de très nombreux poils. A la face supérieure, au fond de la rainure, l'épiderme possède des éléments de forme analogue, tandis que sur les flancs on constate la présence

de cellules qui prennent graduellement les caractères de l'épiderme interneural et qui se distinguent de ce dernier par la présence de poils. L'épiderme inférieur est régulièrement sous-tendu par une couche de collenchyme, forte de deux à trois assises. Cette couche se retrouve réduite à une seule assise sous l'épiderme supérieur. Le corps de la nervure est occupé par un parenchyme volumineux, à gros éléments sphérico-polyédriques, à parois minces. Les faisceaux sont au nombre de trois groupés en demi-cercle. Leur structure ne diffère en rien de ceux du pétiole et de la gaine. Les latéraux donnent à droite et à gauche des branches qui se rendent dans les nervures latérales. Pour ce qui est des canaux sécréteurs, leur disposition est extrêmement irrégulière. Il en existe toujours deux ou trois dans le parenchyme qui occupe la concavité des faisceaux. Quant au chlorenchyme, il n'est développé dans la nervure médiane que sous la forme d'une couche à caractère mal défini et souvent inconstante, qui passe sous le collenchyme hypodermique de la face supérieure. Vers le sommet de la feuille le collenchyme hypodermique se réduit à une seule assise sous-tendue d'une mince bande de chlorenchyme.

Nervures latérales et nervilles. — Dans ces nervures il n'existe plus qu'un seul faisceau, accompagné d'un gros canal sécréteur qui flanque l'endoxyle. Le bois et le liber ne présentent aucun caractère particulier. En revanche le collenchyme a disparu et le parenchyme qui occupe le corps de la nervure est plus ou moins garni de chloroplastes. Il est intéressant de remarquer que les cellules épidermiques à la face inférieure ont un calibre beaucoup plus considérable que les éléments interneuraux voisins. Les nervures et nervilles font saillie à la face inférieure.

En revanche la rainure qui leur correspond à la face supérieure est à peine marquée.

Tissus interneuraux (fig. 6). — Dans cette espèce les épi-

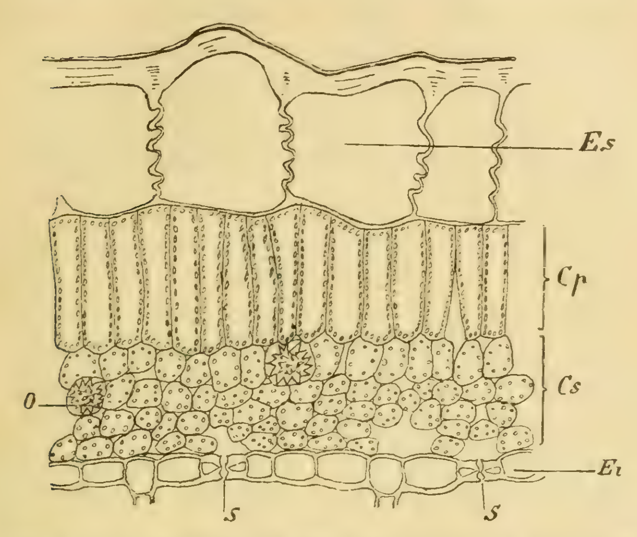


Fig. 6. — Section transversale des tissus interneuraux dans l'H quinquedentata : *Es*, épiderme supérieur ; *Cp*, chlorenchyme palissadique : *Cs* chlorenchyme spongieux ; *O* mâcles d'opalate de chaux ; *Ei*, épiderme inférieur ; *S*, stomate. Grossissement 324/1.

dermes sont remarquablement hétérocytiques. Dans l'épiderme supérieur, les cellules atteignent en hauteur la moitié du diamètre du mésophylle. Leurs parois internes et latérales sont minces, les externes sont très épaissies et fortement cutinisées. Par places ces éléments sont sensiblement plus hauts que larges. Les parois latérales sont ondulées pendant les périodes de sécheresse. Cet épiderme est dépourvu de poils et de stomates. L'épiderme inférieur est microcytique, à éléments d'un calibre plusieurs fois plus petit que l'épiderme supérieur.

Il porte de nombreux poils et d'innombrables stomates

Ceux-ci sont insérés au niveau des cellules épidermiques voisines. Leurs arêtes extérieures, entièrement cutinisées sont extrêmement aiguës, les intérieures sont aussi nettement marquées. Les lumens sont triangulaires et rétrécis au contact des lèvres du stomate. Le mésophylle est constitué par une couche de hautes palissades cloisonnées occupant au moins la moitié de l'épaisseur totale du mésophylle et surmontant un chlorenchyme à éléments rameux très serrés.

Hermas ciliata.

Gaîne. — La gaine aplatie et très large de l'*H. ciliata* est formée, en majeure partie, par un parenchyme fondamental incolore, à gros éléments polyédriques. Ce parenchyme diminue graduellement le calibre de ses éléments au fur et à mesure que l'on se rapproche de l'épiderme, en prenant des allures collenchymateuses.

Au milieu de ce parenchyme se trouve une série de faisceaux, placés les uns à coté des autres, mais séparés par de larges bras parenchymateux. Ces faisceaux ont une forme concave, en section transversale, la concavité étant occupée par un massif de sclérenchyme qui protège l'endoxyle, à éléments parenchymateux plus petits et à parois plus tendres. Le bois est formé par des trachées spiralées serrées, mélangées cependant avec des éléments parenchymateux tendres. Dans certains gros faisceaux, particulièrement développés, le bois a une tendance à former une ceinture concentrique. Le liber forme habituellement, à la périphérie du bois, trois larges bandes dans lesquelles on reconnaît assez facilement les tubes criblés à leur calibre. Les bandes libériennes sont soutenues à l'ex-

térieur par une puissante cuirasse de stéréome péricyclique. Les canaux sécréteurs accompagnent les faisceaux libéro-ligneux, à raison de deux par faisceau, ils sont situés assez loin et à peu près à égale distance du péricycle et de l'endoxyle. En outre il existe un certain nombre de canaux sécréteurs disséminés. Quant à l'épiderme, ses caractères sont peu accentués. Il est dépourvu de stomates et porte quelques poils.

Pétiole. — Au milieu du pétiole, les différences d'avec la gaine sont encore bien peu marquées. L'épaisseur du parenchyme fondamental a augmenté. Les canaux sécréteurs de la face supérieure se sont fortement rapprochés de l'endoxyle. En outre, les faisceaux ont décidément adopté la forme concentrique avec trois massifs principaux, entourant un îlot central de sclérenchyme endoxylaire (pl. I). Ces caractères persistent dans la partie du pétiole qui avoisine le limbe. Seulement ici, il existe sous l'épiderme supérieur une couche de chlorenchyme assez nette, tandis que sous l'épiderme dorsal se trouve une épaisse couche de collenchyme, à lumen bizarrement anguleux. L'épiderme présente sur les deux faces des caractères très spéciaux sur lesquels nous reviendrons en décrivant le limbe.

Nervure médiane (fig. 7). — La nervure médiane ressemble en ceci au pétiole et à la gaine qu'elle est extrêmement large, en forme de ruban. A la face supérieure, on ne s'aperçoit guère de sa présence, car l'épiderme et le chlorenchyme n'y diffèrent en rien des régions interneurales. A la face inférieure, elles présentent trois saillies qui correspondent à trois faisceaux libéro-ligneux. Les faisceaux sont plongés dans un parenchyme fondamental à gros éléments lâches. Ils sont constitués par deux massifs

ligneux, se regardant par leur masse ventrale, et séparés par un paquet de parenchyme lignifié. Dans le faisceau médian, le paquet de sclérenchyme entoure encore une

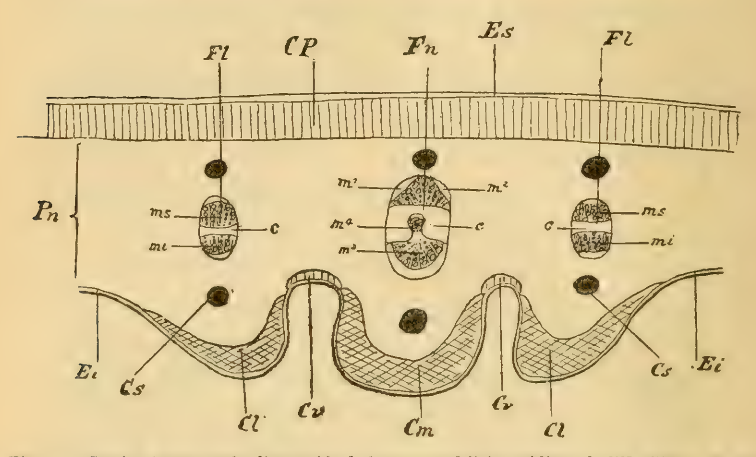


Fig. 7. — Section transversale d'ensemble de la nervure foliaire médiane de l'H ciliata : *Es*, épiderme supérieur; *CP*, chlorenchyme palissadique; *Pn*, parenchyme fondamental; *Ei*, épiderme inférieur; *Cm*, collenchyme de la côte inférieure médiane; *Cl*, collenchyme des côtes inférieures latérales; *Cv*, chlorenchyme valléculaire inférieur; *Cs*, canaux sécreteurs; *Fl*, faisceaux latéraux, comprenant une masse libéro-ligneuse supérieure (m s) et une masse libéro-ligneuse inférieure (m i) séparées par une bande endoxylaire (c). *Fn*, faisceaux médians, comprenant deux masses libéro-ligneuses confluentes (m^1) (m^2), une masse libero ligneuse inférieure (m^3), un diverticule libéro-ligneux (m^4) et un massif endoxylaire (c). Fortement grossi.

petite masse libéro-ligneuse, qui se détache du faisceau principal, tourné vers la partie dorsale du limbe. L'origine des deux masses libéro-ligneuses se regardant par leur face ventrale s'explique aisément lorsqu'on suit le parcours des faisceaux de la région supérieure du pétiole. On voit que les trois masses libéro-ligneuses constituant le faisceau sont de grosseurs inégales. La plus grosse est tournée du côté inférieur; les deux autres plus petites se rapprochent du côté supérieur et finissent par se réunir en une seule masse équivalente à celle qui lui fait face. La face dorsale de l'épiderme est sous-tendue dans les côtés par de grosses masses de collenchyme. L'épiderme

y est extrêmement microcytique. Quant aux canaux sécréteurs, leur disposition ne présente aucune particularité.

Nervilles. — Les nervilles sont entièrement plongées dans le limbe et, sauf la réduction de calibre des massifs constituants, n'offrent rien de particulier.

Tissus interneuraux. — L'épiderme supérieur possède des cellules plus hautes que larges, assez grosses, à parois extérieures très épaisses, recouvertes d'une épaisse cuticule, plissés. Les latérales sont minces, pourvues çà et là de quelques ponctuations. Les internes sont épaissies un peu à la façon d'un collenchyme, mais pourvues çà et là de larges ponctuations. Les stomates sont enfoncés à mi-côte de la hauteur de l'épiderme. Leurs cellules de bordure ont un lumen vaguement triangulaire, acuminé du côté des lèvres de l'ostiole. Les arêtes intérieures sont très courtes et à peine indiquées. En revanche, les intérieures sont ascendantes et recouvrent une partie de l'antichambre eisodiale, à la façon d'un toit. Les cellules annexes sont très étroites dans leur partie moyenne, en contact avec le dos des cellules de bordure, et au contraire élargies au-dessus et au-dessous du stomate. L'épiderme inférieur est très différent du précédent. Les parois radiales et internes en sont minces, les extérieures un peu plus épaisses, à cuticule lisse. Elles sont étirées tangentiellement.

Les stomates sont plus petits qu'à la face supérieure, presque de la taille des cellules annexes. Leur organisation est d'ailleurs très semblable à celle qui a été décrite plus haut. A l'inverse de l'épiderme supérieur, les poils abondent. Ils sont recroquevillés, ont des parois relati-

vement minces et sont cloisonnés une ou deux fois vers la base.

Le chlorenchyme se compose à la face supérieure de deux assises de hautes palissades, très riches en chloroplastes, à parois minces. Parfois ces cellules sont transformées en idioblastes qui contiennent de grosses mâcles d'oxalate de chaux en oursin. Sous les palissades se trouvent quelques cellules collectrices, beaucoup moins hautes, un peu rameuses. C'est dans cette zone à cellules collectrices que circulent les anastomoses libéro-ligneuses. Sous la zone collectrice se trouve une très épaisse couche de parenchyme spongieux, à éléments rameux, à bras allongés, limitant de volumineux méats intercellulaires. Cette couche spongieuse atteint et dépasse parfois en épaisseur les cellules collectrices et la zone palissadique. A son intérieur circulent des canaux sécréteurs irrégulièrement disséminés.

Dents. — Deux mots encore sur les dents si caractéristiques pour cette espèce. Un faisceau se dirige vers chaque dent, faisceau qui s'élargit en entrant dans la dent pour se terminer par un massif de trachéides, entouré par un parenchyme incolore. Lorsqu'on examine les dents jeunes, on les voit terminées par une pointe fine et conique dans laquelle les cellules épidermiques sont plus petites et les parois externes de celles-ci beaucoup plus minces. Plus tard cette pointe se rompt et le parenchyme de l'épithème correspond directement avec l'extérieur. Ce sont donc là de véritables hydathodes dont les fonctions sont facilitées dans la jeunesse par les modifications de l'épiderme porteur d'ailleurs de stomates aquifères assez nombreux et à l'état adulte par la rupture du sommet de la dent.

§ III. Conclusions œcologiques et anatomiques.

A. *Œcologie.*

Les pages qui précèdent ont fait connaître diverses particularités anatomiques intéressantes qui sont dans un rapport étroit avec le milieu spécial dans lequel vivent les espèces du genre *Hermas*. Ces particularités se rapportent à trois ordres de faits : 1° *La protection contre une transpiration exagérée.* 2° *La mise en réserve de l'eau.* 3° *L'héliophilie.*

1° *Protection contre une transpiration exagérée.* — La nature des stations affectionnées par les *Hermas* (rochers arides jusque et au-dessus de 1200 mètres) entraîne forcément une déperdition d'eau considérable, surtout pendant les heures du jour. Parmi les nombreux procédés qui peuvent être mis en œuvre pour parer aux excès de la transpiration, ceux qui sont adoptés ici sont le tomentum, puis l'épaississement et la cuticularisation des parois externes de l'épiderme. Il est à remarquer que ces deux modes de protection s'excluent l'un l'autre, c'est-à-dire que les surfaces protégées par des poils abondants n'ont pas les caractères signalés plus haut dans l'épiderme et vice versa.

On peut résumer les particularités protectrices contre la transpiration de la façon suivante :

a) *H. gigantea.* Les poils forment un feutre épais sur les deux faces. Comme corrélatif l'épiderme est sur les deux faces dépourvu de caractères protectifs particuliers. Celui de la face inférieure est même chlorophyllifère.

b) *H. villosa.* Pas d'indûment à la face supérieure mais

épiderme à cellules épaisses et cuticularisées. Tomentum à la face inférieure et pas de caractère protectif dans l'épiderme de cette face. La page supérieure est dépourvue de stomates, l'inférieure en possède.

c) *H. quinquedentata.* Comme l'espèce précédente.

d) *H. capitata.* Comme l'espèce précédente, mais stomates à la page supérieure.

e) *H. ciliata.* Comme l'espèce précédente, mais organisation plus parfaite par l'enfoncement de stomates.

2° *Mise en réserve de l'eau.* — Quelle que soit l'efficacité des agents protecteurs contre une transpiration exagérée, il est évident que l'utilité de tissus spécialement organisés pour la mise en réserve de l'eau est très grande, étant donné le milieu spécial dans lequel vivent les *Hermas.* C'est l'épiderme qui fonctionne comme réservoir à eau, mais d'une façon appréciable seulement lorsque la surface de la feuille est dégarnie de poils. En outre lorsque l'épiderme est développé comme réservoir à eau, c'est toujours au contact du chlorenchyme palissadique, ce qui est conforme aux données connues de l'anatomie physiologique[1].

Chez l'*H. gigantea,* par exemple, qui est fortement protégé par un épais tomentum et chez lequel la mise en réserve de l'eau se fait par conséquent beaucoup moins fortement sentir, l'épiderme n'offre pas de caractères spéciaux.

Chez l'*H. ciliata,* en revanche, l'hétérocytie des deux épidermes est manifeste. Dans l'épiderme supérieur macrocytique les cellules latérales sont minces et pourvues de quelques ponctuations, les internes sont épaissies,

[1] Voyez Haberlandt, *Physiologische Pflanzenanatomie,* édit. 2, page 351.

mais communiquent avec les cellules palissadiques au moyen de larges ponctuations.

Dans l'*H. capitata*, l'hétérocytie est encore plus accusée; les cellules épidermiques forment de grands réservoirs à eau à la face supérieure.

L'*H. quinquedentata* présente les mêmes caractères, avec cette particularité en plus que les parois radiales se plissent à la façon d'un harmonica en cas de dessication absolument comme dans les célèbres tissus aquifères des *Peperomia*, étudiés par Westermaier et Haberlandt.

L'adaptation la plus remarquable est fournie par l'*H. villosa*, dans lequel l'épiderme supérieur macrocytique développe ses cellules en palissades, à parois internes très minces et à parois radiales se plissant élégamment par la dessiccation. Dans cette espèce les réservoirs à eau sont souvent aussi élevés que tout le tissu assimilateur sous-jacent.

Parmi les *Hermas*, l'*H. ciliata* est le seul dans lequel le tissu assimilateur passe par-dessus les nervures en séparant l'épiderme des faisceaux. Dans cette plante les éléments conducteurs ne communiquent guère directement avec l'épiderme que dans les dents. Cette particularité est d'ailleurs accompagnée d'autres anomalies de structure, ainsi que nous l'avons vu plus haut. Dans les autres espèces, les faisceaux sont reliés avec l'épiderme supérieur par des bandes de parenchyme.

Chez l'*H. villosa* ces bandes de parenchyme ont même des éléments étirés radialement, ce qui facilite naturellement le passage de l'eau amenée des vaisseaux à l'épiderme.

3° *Héliophilie*. — Chez aucun *Hermas* l'héliophilie ne va jusqu'à donner au chlorenchyme une organisation cen-

trique. En tête des *Hermas*, au point de vue de l'héliophilie, on peut placer l'*H. villosa*, pourvu de deux rangées de grandes palissades et de deux rangées sous-jacentes de cellules à caractères palissadiques moins accusés; le chlorenchyme spongieux à éléments arrondis est très peu développé. Puis viendrait l'*H. capitata* où le chlorenchyme spongieux est beaucpup plus développé, et l'*H. quinquedentata*, où les palissades se réduisent à une seule haute assise.

Dans l'*H. ciliata* la limite entre le chlorenchyne palissadique et le chlorenchyme spongieux est absolument tranchée. Le chlorenchyme spongieux a des éléments séparés par d'énormes méats aérifères. Il est à remarquer que dans cette espèce le tomentum, qui recouvre la face inférieure, est formé par des poils très recroquevillés, ressemblant beaucoup à ceux que Haberlandt figure pour le *Banksia stellata*, et qui constituent une protection efficace contre l'accès de l'air extérieur.

L'espèce la moins héliophile est l'*H. gigantea*, dans laquelle les palissades sont à peine différenciées. Les caractères négatifs de cette plante à ce point de vue sont évidemment en rapport avec l'existence d'un feutre épais sur les deux faces de la feuille.

4° *Hydathodes*. — Il est probable que les dents de l'*H. villosa* fonctionnent comme hydathodes dans leur jeunesse, mais, à l'état adulte, les cellules qui en occupent le sommet ont des parois très épaissies qui sont sans rapport avec les fonctions hydathodiques. Il en est autrement dans l'*H. ciliata* où les dents ont l'organisation des hydathodes les plus typiques avec un renflement considérable du massif trachéidal au milieu de l'épithème. Le fonctionnement de cès hydathodes mériterait d'être étudié sur

place. Il est singulier que ces organes soient précisément développés sur les feuilles d'une espèce qui nous a déjà présenté de nombreuses anomalies.

B. Anatomie.

Bon nombre des caractères anatomiques des *Hermas* ne peuvent pas être mis en relation directe avec le milieu extérieur. Signalons les caractères suivants comme étant les plus importants.

Tout d'abord il convient de mentionner les anomalies de structure du système libéro-ligneux dans la gaine, le pétiole et les grosses nervures. Ainsi le faisceau de la gaine peut être immergé dans une cuirasse scléreuse péricyclique et endoxylaire enveloppant des îlots de liber (*H. gigantea.)* Ce manteau peut rester parenchymateux (*H. villosa.*)Ainsi encore les faisceaux du pétiole de l'*H. gigantea* sont entièrement fermés comme ceux des rhizomes des *Convallaria* et des *Polygonatum*, à manchon ligneux continu, à endoxyle central.

Enfin dans l'*H. ciliata* les faisceaux adoptent dans le pétiole une forme concentrique, mais avec trois massifs libéro-ligneux principaux entourant un îlot endoxylaire central. Dans la nervure médiane du limbe, cette structure se modifie par un processus singulier qui donne deux faisceux opposés par leur face ventrale. L'un de ces faisceaux possède en outre sur sa face ventrale un diverticule libéro-ligneux plongé dans l'endoxyle. Ces anomalies sont en partie *nouvelles pour la famille des Ombellifères* et méritaient d'être mises en évidence.

Quant aux autres caractères relatifs à la distribution

du collenchyme dans la gaine, le pétiole et les nervures, le nombre et la situation des canaux sécréteurs, la distribution des oursins d'oxalate de chaux, etc., ce sont là des détails d'intérêt spécifique, qui n'offrent rien de saillant par rapport aux autres Ombellifères connues.

§ IV. Conclusions systématiques.

Les cinq espèces que nous venons d'étudier ne possèdent pas, dans leurs feuilles, des caractères anatomiques *communs* permettant de reconnaître, à coup sûr, le genre *Hermas* de tous les autres genres d'Ombellifères. En revanche, ces espèces se distinguent admirablement les unes des autres par une foule de caractères anatomiques. C'est à tel point que, pour faire une clef analytique exprimant les affinités telles qu'elles ressortant de la structure de la feuille, il faudrait reproduire presque en entier notre § descriptif. Nous nous bornons donc aux indications sommaires suivantes, renvoyant aux descriptions pour de plus amples détails.

I. Epais feutre pileux sur les deux faces de la feuille. Epidermes homocytiques ou presque homocytiques à petits éléments, sur les deux faces. Mésophylle à chlorenchyme palissadique peu net. Faisceaux de la gaine en partie concentrique... *H. gigantea.*

II. Poils nuls ou presque nuls à la face supérieure. Epidermes hétérocytiques. Mésophylle à une ou plusieurs rangées de palissades nettement développées.

1. Mésophylle interrompu par le parenchyme neural. Nervures foliaires à faisceaux plus ou moins disposés en arcs et simples.

A. Stomates dans l'épiderme supérieur ; celui-ci à parois extérieures médiocrement épaissies *H. capitata*.

B. Pas de stomates à la face supérieure ; épiderme à parois extérieures très épaisses, à parois latérales s'ondulant par la dessication.

a) Cellules de l'épiderme supérieur plus ou moins palissadiques en section transversale ; plusieurs rangées de palissades... *H. villosa*.

b) Cellules de l'épiderme supérieur nettement palissadiques en section transversale; une seule rangée de palissades... *H. quinquedentata*.

2. Mésophylle à chlorenchyme palissadique non interrompu par les nervures. Nervures foliaires médianes à faisceaux parallèles divisés en deux masses qui se regardent par leur face ventrale. Chlorenchyme spongieux très épais et très lacuneux... *H. ciliata*.

BULLETIN SCIENTIFIQUE

CHIMIE

Revue des travaux faits en Suisse.

R. NIETZKI et W. GEESE. SUR LES PRODUITS D'OXYDATION DE LA DIQUINOYLTETROXIME. (*Berichte* XXXII, p. 505, Bâle).

Les auteurs ont oxydé la diquinoyltétroxime en solution concentrée dans le carbonate de soude au moyen de l'hypochlorite de soude et à froid, ils ont obtenu de cette manière le *tétranitrosobenzène* $C^6H^2 (NO)^4$ (1.2.3.4.) lequel cristallise en aiguilles, F = 93°. Ils ont essayé de transformer ce composé en tétranitrobenzène par oxydation au moyen de HNO^3 mais ce n'est qu'en le chauffant longtemps avec un acide très concentré, de D = 1.52 qu'il est attaqué et dans ce cas il y a introduction d'un groupe nitro et formation d'un *tetranitrosonitrobenzène* $C^6H. NO^2 (NO)_4$ (1.2.3.4.5.) lequel cristallise en aiguilles, F = 158°. Le rendement est très mauvais. Il y a longtemps que l'un des auteurs et Blumenthal ont cherché à oxyder la tétroxime au moyen de l'acide nitrique et qu'ils ont obtenu une petite quantité du tétranitro-phénol. On s'est demandé si ce tétranitrophénol se formait réellement au moyen de la tétroxime pure ou s'il provenait d'une petite quantité de trioxime renfermée dans ce produit. Pour répondre à cette question les auteurs ont préparé de nouveau de la tétroxime absolument pure et ils l'ont soumise à l'action de l'acide nitrique de D = 1.4 en maintenant la température à 35-40° ; ils ont obtenu ainsi un composé cristallisé en aiguilles jaune foncé, F = 68°, qui se distingue du tétranitrosobenzène en ce sens qu'il est complètement soluble dans les alcalis; cette solution absorbe l'oxygène de l'air et fournit bien-

tôt un précipité fusible à 93°, constitué par le tétranitrosobenzène. La substance fusible à 68°, correspond à la formule $C^6H^2N^4O^4$, elle renferme deux atomes d'hydrogène de moins que la tétroxime et deux de plus que le tétranitrosobenzène, c'est donc une *dinitroso-dioxime* de la formule

$$C_6H_2(=N.OH)(=N.O)(=N.O)(=N.OH)$$

F. Herstein et St. von Kostanecki. Sur la 4′-méthoxybenzalcumaranone (*Berichte* XXXII, p. 318, Berne).

Les données que l'on a jusqu'ici sur la constitution des matières colorantes végétales jaunes que l'on peut considérer comme des oxyflavones ou oxyflavonols, ont engagé les auteurs à faire la synthèse des oxyflavones renfermant le résidu de l'acide anisique. Ils ont dans ce but condensé l'*o*-oxyacétophénone avec l'aldéhyde anisique et cherché à transformer la 2′-oxy-anisalacétophénone ainsi préparée en 4′-méthoxyflavone, mais au lieu d'obtenir ce dérivé de la flavone ils ont obtenu la *4′-méthoxybenzalcumaranone* (anisalcumaranone) la réaction se passant de la même manière que dans le cas de la 2′-oxypipéronalacétophénone étudiée par l'un des auteurs et Feuerstein. L'anisalcumaranone

$$C^6H^4\left\langle\begin{matrix}O\\OC\end{matrix}\right\rangle C = CH.^{(1)}\ C^6H^4.^{(4)}\ OCH^3$$ obtenue en traitant par la potasse alcoolique le dibromure de la 2′ acétoxyanisalacétophénone est en longues aiguilles jaunes, F = 133°.5 — 134°.5, elle se dissout dans H^2SO^4 conc. en orange et fournit par ébullition avec l'alcoolate de sodium une résine insoluble dans l'alcool. Bednarski a fait réagir, dans le même ordre d'idées, l'aldéhyde éthylsalicylique sur l'*o*-oxyacétophénone, il a obtenu la 2′-oxy-2-éthoxybenzalacétophénone ainsi que son dérivé acétylé mais il n'a pas réussi jusqu'ici à préparer le dibromure à l'état cristallisé. La *2′-oxy-2-étho-*

xybenzalacétophénone est en aiguilles jaunes, F = 61°, solubles en orange dans H^2SO^4 conc., son *dérivé acétylé* est en feuillets jaune pâle, F = 68°.

St. von Kostanecki et F. W. Osius. Sur la 3.4′ dioxyflavone. (*Berichte* XXXII, p. 321, Berne).

Les travaux précédents ont montré que l'éther éthylique de l'acétyl-pipéronalrésacétophénone se comporte différemment sous l'action de la potasse alcoolique que le dérivé correspondant du benzal, il en est de même des dérivés de l'o-oxyacétophénone. En revanche dans la série du naphtalène la nature du résidu aldéhydique paraît être sans influence, le produit final étant toujours un dérivé de la naphtoflavone. On s'est démandé quelle influence un autre résidu aldéhydique pourrait avoir sur la réaction en question ce qui a donné lieu aux recherches signalées dans le mémoire précédent de Herstein et von Kostanecki. Enfin les auteurs du présent mémoire ont combiné l'aldéhyde anisique avec une autre acétophénone-o-hydroxylée, avec l'éther monoéthylique de la résacétophénone, pour examiner si l'éther éthylique de l'anisalrésacétophénone pourrait être transformé en dérivé de la flavone. Dans ce cas ils sont bien arrivés à un tel composé soit à la *3-éthoxy-4′ méthoxyflavone* qu'ils ont ensuite transformée en *3. 4′ dioxyflavone* en la traitant par l'alcoolate de sodium. Ce composé cristallise mal, il fond à 315° et se dissout dans la lessive de soude en jaune, H^2SO^4 conc. colore les cristaux de dioxyflavone en jaune, mais la solution est presque incolore avec une belle fluorescence bleue. Le *dérivé diacétylé* est en aiguilles soyeuses, F = 182 — 183°.

G. Matthaiopoulos. Contribution a l'etude de la monochloracétoxime (*Berichte* XXXI, 2396, Zurich).

La monochloracétoxime se combine à l'isocyanate de phényle en solution benzénique et donne un éther phénylcarba-

mique. Le gaz ammoniac sec réagit sur une solution éthérée froide de monochloracétoxyme en formant une trioxyme de la triacétonylamine, sur laquelle réagit l'iodure de méthyle, en donnant un iodométhylate, dont la base n'a pu être isolée. L'iodéthylate se forme plus difficilement. Avec la pipéridine, la monochlorarétoxime donne la pipéridylacétoxime.

E. Winterstein. Préparation de l'acide phosphotungstique a l'état de pureté (*Chem. Zeit.* 22 p. 539, Zurich).

E. Schulze. Influence des hydrates de carbone sur la production des substances albuminoïdes dans les plantes. (*Landw. Jahrb.* 27. p. 516, Zurich).

L'auteur croit pouvoir conclure de ses recherches précédentes que la présence dans les graines d'une réserve de substances non azotées, n'empêche pas les matières albuminoïdes de diminuer.

Alfred Werner. Constitution des combinaisons inorganiques avec F. Beddow, A. Baselli et F. Steinitzer. Combinaisons complexes du cobalt avec l'ammoniaque. (*Zeit. anorg. Chem.* 16, p. 109, Zurich).

A. Werner et Alb. Mylius. Oxykobaltiakes et anhydroxykobaltiakes (*Zeit. anorg. Chem.* 16, p. 245, Zurich).

A. Werner et H. Grüger. Combinaisons sulfitokobaltaminées (*Zeit. anorg. Chem.* 16, p. 398, Zurich).

A. Werner et P. Pfeiffer. Combinaisons moléculaires des dérivés tétrahalogénes de l'étain avec les alkyles de l'étain. (*Zeit. anorg. Chem.* 17, p. 82, Zurich).

ALFRED WERNER. COMBINAISONS DES CHLORURES ENTRE EUX (*Zeit. anorg. Chem.* 19, p. 158, Zurich).

E. HARBECK et G. LUNGE. ACTION DE L'OXYDE DE CARBONE SUR LE PLATINE ET LE PALLADIUM (*Zeit. anorg. Chem.* 16, p. 50, Zurich).

Les auteurs ont remarqué que l'oxyde de carbone est absorbé par la mousse de platine et de palladium, et paraît former avec ces métaux une véritable combinaison, qui n'est pas détruite par l'action d'autres gaz, mais bien et subitement à une température de 250°.

E. HARBECK et G. LUNGE. MÉTHODES D'ANALYSES DU CARBONE DANS LE FER. (*Zeit. anorg. Chem.* 16, p. 67, Zurich).

Le résultat auquel sont arrivés ces chimistes en comparant les différentes méthodes en usage pour doser le carbone dans le fer ou l'acier est que celle de Corleis est la plus exacte mais que celle de Lunge et Marchlewski est plus rapide et plus commode quoique donnant des résultats d'analyses pour le carbone de près de 0,03 % trop faibles.

E. HARBECK et G. LUNGE. SÉPARATION QUANTITATIVE DE L'ÉTHYLÈNE ET DU BENZÈNE A L'ÉTAT DE VAPEUR (*Zeit. anorg. Chem.* 16, p. 26, Zurich).

La méthode est compliquée et peu pratique et ne peut s'appliquer à l'analyse du gaz d'éclairage à cause de la présence de CO. Dans ce travail les auteurs étudient aussi l'action de l'hydrogène et de l'éthylène sur la mousse de platine, l'action de la vapeur de benzène sur l'hydrogène et la mousse de platine, et enfin l'action de l'éthylène et du benzène à l'état de vapeurs sur l'hydrogène et la mousse de platine.

E. Schulze. De la nécessité d'améliorer les méthodes d'analyse des substances alimentaires (*Landw. Vers. Stat.* 49. p. 419, Zurich).

E. Schulze. De la glutamine dans les plantes (*Landw. Ver. Stat.* 49, p. 442, Zurich).

L'auteur a constaté la présence de la glutamine dans 22 plantes appartenant à 10 familles. De même que dans plusieurs familles l'asparagine s'accumule pendant la germination (papilionacées, graminées) de même aussi la glutamine s'accumule dans d'autres (crucifères).

J. Werder. Du refractomètre dans l'analyse des cires (*Chem. Zeitg.* 22, p. 38 et 59. St-Gall).

Ce chimiste recommande l'emploi du réfractomètre dans l'analyse des cires, il donne une table des valeurs de réfraction de différentes cires ainsi que de quelques falsifications.

N. Gerber et MM. Craandizk. Détermination de la graisse et de l'eau dans la crème, le beurre, le fromage et le lait condensé (*Milch Zeitg.* 27, p. 35, 273, 290, 449, 593 et 611, Zurich).

Les auteurs ont construit un nouveau butyromètre et donnent les résultats qu'ils ont obtenus avec cet instrument ainsi que les précautions à prendre dans l'analyse.

COMPTE RENDU DES SÉANCES

DE LA

SOCIÉTÉ VAUDOISE DES SCIENCES NATURELLES

Séance du 11 janvier 1899.

L. de la Rive. Sur la propagation d'un allongement graduel dans un fil élastique. — Lugeon. Géologie et géophysique du Caucase. — H. Mœhlenbruck. Agitateur pour cuvettes photographiques. — F.-A. Forel. Sur la carpe de nos lacs.

M. L. de la Rive. *Sur la propagations d'un allongement graduel dans un fil élastique.* Les deux extrémités d'un fil élastique sont l'une fixe et l'autre assujettie à se mouvoir avec une vitesse constante. La solution mathématique du problème conduit aux conséquences suivantes :

Le mouvement d'un point quelconque du fil est périodique et il a lieu avec la même vitesse que celle de l'extrémité. La durée est comprise entre l'instant où une perturbation partie au temps initial de l'extrémité mobile parvient au point et l'instant où après réflexion à l'extrémité fixé, elle repasse par le point. Il en résulte que la durée du mouvement est d'autant moindre que le point est rapproché de l'extrémité fixe.

L'auteur peut montrer, avec l'aide obligeante qui lui est offerte dans l'auditoire de physique, l'expérience, qui vérifie ces résultats. Un ressort en hélice de 7 m. de longeur est suspendu verticalement et son extrémité inférieure est tirée par un cordon s'enroulant sur un cylindre tournant, et se trouve par conséquent assujettie à une vitesse constante. A 1,50 m. du point de suspension, les spires de l'hélice sont projetées

sur un écran au moyen d'une lampe électrique et d'un objectif. Une échelle à traits horizontaux est tracée sur l'écran de manière à ce qu'on puisse observer le mouvement des spires. Lorsque le cylindre tournant est mis en mouvement, on voit l'image des spires se déplacer par petits mouvements brusques séparés par des temps d'arrêt. On en compte environ 33 pour un tour du cylindre ce qui correspond à une vitesse de propagation de 10 m. par seconde. Le mouvement projeté est de bas en haut parce que l'image est renversée.

M. M. Lugeon fait une conférence accompagnée de projections sur la *Géologie et la géophysique du Caucase.*

M. H. Möhlenbruck présente un *agitateur universel pour cuvettes photographiques.* Inventé et breveté par M. Messaz, photographe, cet appareil a été perfectionné et construit par la Société anonyme de Construction d'Instruments de Précision à Lausanne.

L'appareil se compose essentiellement d'une petite turbine genre Pelton dont l'axe est muni à une de ses extrémité d'une vis sans fin en acier. Cette vis sans fin engrène sur une roue dentée de 120 dents tournant horizontalement, et faisant par suite de la réduction de vitesse occasionnée par la vis sans fin environ 40 à 50 tours par minute. Une tige verticale repose à sa partie supérieure sur une rotule tandis que la partie inférieure pénètre dans un trou excentrique percé dans le corps de la roue dentée qui joue ainsi le rôle d'une manivelle sur la tige verticale. Celle-ci porte enfin à son extrémité supérieure un large plateau rivé, sur lequel on place les cuvettes auxquelles l'appareil lorsqu'il fonctionne communique un mouvement oscillant.

On comprend l'utilité de cet appareil qui permet un développement régulier de plusieurs clichés simultanément et économise un temps considérable à l'opérateur. La consommation d'eau de la turbine est du reste très faible, et celle-ci peut fonctionner depuis 20 à 30 mètres de pression.

M. F.-A. Forel rappelle que la Carpe des lacs, *Cyprinus*

carpio (L) est, d'après les auteurs, d'origine méridionale ou orientale. Cette opinion semblait réfutée par la trouvaille faite par Rütimeyer d'ossements de la carpe dans les palafittes de Moosseedorfsee, âge de la pierre très ancien (Fauna des Pfahlbauten p. 41, Zurich, 1860). M. le professeur Th. Studer a vérifié sur les fossiles originaux conservés au Musée de Berne la détermination de Rütimeyer, il n'y a pas retrouvé trace de carpe : mais bien des nombreuses écailles de la Brème, *Abramis brama* (L). L'objection basée sur les soi-disant carpes de Moosseedorfsee de l'âge néolithique tombe donc définitivement.

Séance du 25 janvier.

H. Dufour. Coup de vent du 2 janvier 1899. — Le même. Caractères météorologiques des périodes de beau temps. — L. Pelet. Analyse des gaz résiduels dans l'air confiné.

M. Henri Dufour donne quelques renseignements sur le violent *coup de vent du sud-ouest, du 2 janvier 1899.* C'est à partir de midi, le 1er janvier, que le vent d'ouest-sud-ouest fraîchit pour devenir fort dans la soirée. Les vitesses moyennes observées à l'enregistreur donnent les valeurs suivantes:

1er janvier.	Midi à 3 h.	17	k.	à l'heure.
	3 à 6 h.	22	»	»
	6 à 9 h.	19	»	»
	9 à minuit	33	»	»
2 janvier.	Minuit à 6 h.	23	»	»
	6 à 9 h.	15	»	»
	9 à 12 h.	31	»	»
	12 à 3 h.	58	»	»
	3 à 6 h.	47	»	»
	6 à 9 h.	33	»	»
	9 à minuit	22	»	»

Le maximum a été observé à 2 $^1/_2$, la vitesse était alors de 18m,8 par seconde, soit 67 k. 5 à l'heure.

En comparant les observations directes avec les valeurs moyennes déduites des 3 heures d'observations, on voit que

la vitesse atteint de 2 à 2 ½ fois, dans certains cas, la valeur moyenne. La pression peut donc atteindre quatre fois au moins, celle déduite des vitesses moyennes. Ce fait explique le renversement d'objets par des vents qui ne sont pas exceptionnellement rapides en valeur moyenne, mais qui présentent de fortes variations.

Le coup de vent d'ouest-sud-ouest du 2 janvier ayant amené en peu de temps des masses considérables d'air chaud et humide sur notre pays, le thermomètre et l'hygromètre ont subi des variations très brusques. Le thermomètre est rapidement monté dès 7 h. 30 du matin pour atteindre un maximum de: 8°,6 à 3 h., à partir de ce moment une baisse prononcée se produit jusqu'à 8 h. 30, elle se termine par une chûte thermométrique de 3° entre 8 h. 30 et 9 h. du soir où la température est de 2°.

En même temps l'hygromètre subit des variations extrêmement rapides, dès 11 h. du matin, oscillant à plusieurs reprises de 100 % à 40 % d'humidité relative dans l'après-midi.

Ces caractères de variabilité du sud-ouest pour la violence, la température et l'humidité sont très différents de ceux qui dominent par un coup de vent du N.N.E., tel que la bise du 4 au 8 oct. 1897.

La vitesse, moindre il est vrai que celle du sud-ouest, n'a pas dépassé à Lausanne 45 kil. à l'heure pendant les 5 jours de sa durée. La température a subi une baisse lente et régulière du 4 au 9. L'oscillation diurne est très atténuée, elle ne dépasse pas 3 à 4 degrés le 7; tandis qu'elle se relève à 10° dès que la bise tombe le 9. L'hygromètre cesse presque entièrement d'avoir une variation diurne pendant la période de grande bise, l'humidité relative oscille le 7 entre 67 et 70 % tandis que le 9, premier jour de calme, elle varie de 80 à 40 % et que le 4 avant le début de la bise elle a varié de 28 à 73 %.

Ces chiffres observés à un peu plus d'un an d'intervalle dans les mêmes conditions, avec les mêmes instruments, montrent d'une façon nette les caractères typiques de deux vents dominants sur le plateau entre les Alpes et le Jura.

Parmi les coups de bise particulièrement violents, l'un des derniers est celui du 1er octobre 1894, qui avait atteint à Genève 90 kil. à l'heure, soit 25 m. par seconde.

M. Henri DUFOUR donne les détails suivants sur les caractères météorologiques de périodes de beau temps tels qu'on a pu les observer dans les *deux séries de beaux jours, du 12 au 28 août et du 3 au 10 septembre 1898.*

La variation diurne de la température présente pendant ces périodes une régularité remarquable. Du 12 au 21 août, le thermomètre monte dès 6 h. ou 6 $^1/_4$ du matin jusqu'à 3 $^1/_2$ ou 4 $^1/_2$ de l'après-midi; la durée du maximum est plus longue que celle du minimum. La courbe ascendante monte rapidement jusqu'à midi, puis présente une inflexion indiquant un ralentissement dans l'accroissement de la température; à partir d'une heure et demie la courbe se relève de nouveau, mais plus lentement qu'avant midi, pour atteindre entre 3 h. et 4 h. la région de maximum.

Un caractère très net d'une période de temps stable est celui-ci : les maxima et les minima des journées successives ne diffèrent pas beaucoup et surtout les différences ne vont pas en s'accentuant rapidement comme c'est le cas lorsque quelques jours de beau se terminent par des orages. Les minima de nuit s'élèvent ordinairement alors chaque jour, c'est le signe à peu près certain de la fin du beau temps. La belle période du 13 au 22, donne les différences suivantes des minima et maxima successifs :

Dates	Différences des maxima	Différences des minima.
12	+ 3.3	+ 2.2
13	+ 1.3	+ 2.2
14	— 1.0	— 0.2
15	+ 2.0	+ 0.6
16	+ 0.5	+ 0.4
17	— 0.3	+ 1.0
18	+ 0.4	+ 1.1
19	+ 0.4	— 1.1
20	+ 1.0	+ 1.5
21	+ 1.5	— 0.5
22	— 6.3	— 0.0

Les mêmes caractères se retrouvent pour la période également belle du 3 au 10 septembre.

Les variations de l'hygromètre présentent une régularité semblable à celle du thermomètre. On constate ordinairement un maximum d'humidité relative, aux environs de 6 h. du matin et un minimum à 4 h. de l'après-midi; parfois cependant un premier maximum a lieu à minuit, les valeurs du maximum varient de 70 à 74 %, le minima atteint 20 %.

Le régime des vents présente un intérêt particulier, car les périodes de beau temps prolongé, permettent seules de se rendre compte des vents locaux à Lausanne et du rôle que le lac joue dans leur formation. Ces vents sont très réguliers et ont les allures suivantes dans une belle journée: Dès 7 h. $^1/_2$ du soir, le vent du N.-E. souffle régulièrement avec une vitesse modérée, 4 kil. à 5 kil. à l'heure, jusqu'à 7 h. du matin; une période de calme lui succède jusqu'à 10 h. $^1/_2$ ou 11 h., parfois même elle se prolonge jusqu'à midi; le vent souffle ensuite de l'est, puis du sud-est, du sud, et enfin du sud-ouest jusqu'à 6 heures; le calme se rétablit de 6 h. à 7 h. $^1/_2$ et le même cycle recommence. La rotation E., S.-E., S. se fait d'abord assez rapidement jusqu'à ce que le vent du S.-W. s'établisse à 3 h. environ, c'est lui qui dure le plus longtemps, de 3 h. à 6 heures.

Cette rotation correspond parfaitement au régime de l'insolation des pentes qui depuis les collines dominant Lausanne descendent jusqu'au lac ; à partir de 2 ou 3 h., l'appel produit par l'échauffement des pentes regardant le S.-W. détermine l'afflux de l'air venant du lac dans la direction S.-W. N.-E. Le régime de nuit correspond aussi à l'action de la nappe chaude du Léman sur l'air refroidi des pentes qui le dominent.

Il est probable qu'il faut attribuer le ralentissement dans l'accroissement de la température dès midi, à l'action du courant ascendant du vent du lac qui débute entre 11 h. et midi et souffle à ce moment-là de l'est et du sud-est.

M. Pelet expose quelques résultats d'*analyse des gaz résiduels dans l'air confiné.* En faisant brûler sous une cloche

différents corps combustibles (bougie, soufre, phosphore, alcool, térébenthine), l'extinction se produisait au bout de quelques instants; les gaz étaient analysés et les résultats ramenés à la quantité d'air primitif en $^0/_0$. Il trouvait que l'extinction se produisait aux points suivants.

	Oxygène disparu.	Oxygène restant.
Bougie	4.5 - 5.2	16.25 - 15.6
Soufre	10.43 - 12.6	10.37 - 8.20
Phosphore	20.8	—
Alcool	9.32	11.48
Térébenthine	9.0	11.8

La cloche avec laquelle il opérait avait une capacité de 10 litres. Le nombre de bougies employées était de 3. Le soufre, placé dans une capsule, était au préalable fondu, puis enflammé.

Pour le soufre et le phosphore, il était facile de se rendre compte que la S. et P. était suffisante, car une partie du S. et P. non brûlés était volatilisée à cause de leur haute température et se déposait sous forme d'une fine poussière sur les parois de la cloche. Ces faits tendent à prouver que la limite de combustibilité était bien atteinte d'ailleurs pour les uns comme pour les autres, les chiffres indiqués sont le résultat d'une nombreuse série d'essais.

Séance du 1er février.

A. Tauxe. Appareil pour la photographie nocturne. — P. Jaccard. Contribution à l'étude de l'évolution.

M. A. Tauxe présente *un appareil permettant la photographie à la lumière artificielle* dont il est l'inventeur.

Cet appareil se compose d'une rampe de dix becs de gaz d'éclairage ordinaire qui peuvent, par un simple déclanchement, se transformer en becs Bunsen, produisant la chaleur nécessaire à la combustion du magnésium.

En avant de chacun de ces becs se trouve une petite capsule destinée à recevoir la poudre de magnésium, qu'un courant d'air comprimé projette sur la flamme.

Lorsque l'appareil est prêt à fonctionner, on allume la rampe de gaz qui permet une mise au point exacte, puisqu'elle occupe la même place qu'occupe au moment de l'opération le foyer magnésium.

Une simple pression sur une poire à main, déclanche l'obturateur de l'appareil photographique, projette la poudre de magnésium sur les becs, éteint ceux-ci une fois l'opération terminée afin d'éviter tout accident et rabat en même temps sur le tout une tente en étoffe légère et incombustible qui retient la fumée prisonnière.

M. P. Jaccard présente la dernière partie de son *étude sur l'évolution.*

Séance du 15 février.

E. Chuard. Sur les scories phosphatées. — J. Amann. Sur le pouvoir optique des objectifs photographiques.

M. E. Chuard, prof., rappelle qu'en avril 1887 il communiquait à la société quelques observations sur la *composition et le mode de désagrégation* des *scories phosphatées*, obtenues comme sous-produit de l'application du procédé Thomas-Gilchrist aux fontes phosphoreuses, scories dont l'emploi comme engrais commençait alors dans notre pays.

En exposant les résultats auxquels on venait d'arriver, concernant la présence dans les scories phosphatées d'une nouvelle forme du phosphate de chaux, le phosphate tétracalcique $Ca_4P_2O_9$, qui présente vis-à-vis du réactif citro-ammoniacal la même solubilité que le phosphate di-calcique, M. Chuard faisait ressortir l'intérêt que présenterait la synthèse de ce phosphate tétracalcique, par action de la chaux sur les phosphates naturels, à haute température. Des essais entrepris dès cette époque n'avaient pas donné de résultats positifs, étant donné la difficulté d'atteindre une température suffisamment élevée.

Or, aujourd'hui, cette synthèse a été obtenue et cela dans des conditions qui permettront probablement de réaliser le progrès déjà indiqué en 1887 : transformer les phosphates

naturels, difficilement assimilables et, par suite, d'un emploi direct restreint, en phosphates plus solubles et plus actifs.

Le Dr Wolter, en associant aux phosphates naturels de la chaux, ou plus simplement de la craie, et des matières susceptibles de donner des silicates alcalins, agissant comme fondants, a obtenu un produit dont la solubilité au citrate rappelle celle des scories. Voici par exemple un mélange indiqué par M. Wolter.

phosphate naturel	100	kil.
craie	80	»
SO_4Na_2	60	»
sable	54	»

Un phosphate obtenu par chauffage à haute température de ce mélange, avait, sur 15,5 % d'acide phosphorique total 14,5 d'acide phophorique soluble au citrate, et donnait comme engrais des résultats comparables à ceux des superphosphates. M. Wolter a aussi essayé de remplacer la soude par la potasse, soit par la kaïnite (sulfate de potasse et magnésie) et a obtenu ainsi un engrais phosphaté et potassique, dans lequel la potasse demeure suffisamment soluble ; elle n'est pas comme on pourrait le craindre, engagée dans des combinaisons silicatées trop peu solubles.

On transforme déjà paraît-il d'après ce même principe en Suède, à Wiborgh, les apatites inutilisables pour l'emploi direct. Au lieu de les traiter par l'acide sulfurique pour les transformer en superphosphate, on les rend plus assimilables par une fusion avec le carbonate de soude. Il se formerait ainsi un phosphate quadribasique double, de Ca et Na.

Il reste à savoir, si dans la pratique ces réactions sont applicables, c'est-à-dire si l'engrais phosphaté auquel elles conduisent est d'un prix suffisamment inférieur à celui des superphosphates. Dans ce cas, il y aurait là un mode d'utilisation des phosphates de Bellegarde, par exemple, qu'il vaut la peine de signaler, étant donné le fait que ces phosphates sont à proximité de forces naturelles, capables de fournir aisément les conditions de transformation.

M. Jules Amann fait une communication sur le *pouvoir op-*

tique de l'objectif photographique. Ce pouvoir est la mesure de la faculté que l'objectif possède de remplir le but particulier auquel il est destiné, d'une façon plus ou moins parfaite. Cette propriété dépend 1° de l'état de correction de l'objectif, 2° de la quantité d'énergie actinique qu'il amène à la plaque sensible. Pratiquement, l'état de correction se mesure par la dimension angulaire du *champ de netteté*, tandis que la clarté peut être représentée conventionnellement par le rapport du diamètre de l'ouverture utile à la distance focale absolue.

En désignant par f cette distance focale, par D le diamètre du champ de netteté mesuré sur la plaque, par d le diamètre de l'ouverture utile, le pouvoir optique P devient :

$$P = \frac{D}{f} \cdot \frac{d}{f} = \frac{Dd}{f^2}$$

pour éviter des valeurs exclusivement fractionnelles, moins pratiques dans l'usage courant que les nombres entiers, il convient de multiplier conventionnellement ce pouvoir optique par 100.

Les deux facteurs $\frac{D}{f}$ et $\frac{d}{f}$ peuvent être nommés les *facteurs cardinaux de champ et de clarté* du pouvoir optique. Ce sujet se trouve du reste développé dans un mémoire destiné à paraître in extenso dans le Bulletin de la Société française de photographie.

Séance du 1er mars.

H. Mœhlenbruck. Sur un nouveau compteur d'électricité. — F.-A. Forel. Sur le Cygnus olor. — Le même. Hypertrichose et pilosisme.

M. H. Möhlenbruck. Les compteurs d'électricité préoccupent à juste titre les inventeurs depuis plusieurs années et le nombre de ces appareils est aujourd'hui légion. Depuis le compteur horaire, les compteurs de quantité à intégration discontinue ou continue, jusqu'au *compteur d'énergie*, le chemin parcouru est digne d'être remarqué. Le compteur d'éner-

gie étant le seul qui donne satisfaction au vendeur et à l'acheteur, les inventeurs ont fait des efforts surprenants pour arriver au résultat désiré.

M. Peloux, de Genève, a eu l'heureuse conception d'un compteur d'énergie, dont l'originalité consiste à avoir tous les enroulements fixes; il se compose pour le système mobile d'un axe, terminé par une pointe mousse reposant sur un saphyr; sur cet axe sont fixées 4 armatures en fer fixées à 90° l'une de l'autre.

Ces 4 armatures sont placées dans *4 bobines fixes*, et les extrémités des fils de leurs enroulements sont connectes d'une part avec les lamelles d'un collecteur fixe, tandis que les autres extrémités. sont reliées ensemble à une résistance de compensation.

Ces bobines sont placées excentriquement par rapport à l'axe il en résulte que l'armature prenant la même polarité que le côté de la bobine où elle se trouve, est repoussée par la différence d'intensité des deux demi-plages magnétiques de la bobine, l'appareil entre en rotation pour $^1/_4$ de tour et le courant est lancé dans la bobine suivante où la même action se reproduit Ce système mobile se meut d'autre part dans un champ magnétique formé par deux grosses bobines traversées par le courant d'utilisation tandis que le courant passant dans les petites bobines est pris en dérivation aux bornes + et — d'amenées du courant. Les deux champs sont perpendiculaires. Un disque de cuivre calé sur l'axe et passant entre les pôles de deux aimants déterminent pendant la rotation, des courants de Foucault qui ont pour effet de freiner l'appareil et d'empêcher toute accélération. Lorsque le courant d'utilisation circule dans les grosses bobines, il a pour effet de produire un champ magnétique plus ou moins intense, et *d'attirer* les armatures, ce qui produit une vitesse de rotation proportionnelle à l'énergie employée. Cet appareil est donc un wattmètre. Une vis sans fin se trouve au sommet de l'axe et commande un numérateur de telle façon que les chiffres indiquent la consommation directe hectowatts heures. De longues études faites sur cet appareil nous conduit à y apporter de notables modifications qui placent cet

appareil au premier rang parmi les concurrents. Une série de spectres magnétiques photographiés montrant les déformations des champs magnétiques pendant la rotation nous ont permis d'analyser certains phénomènes. Cet appareil se fabrique maintenant en toute capacité variation de 3 à 100 ampères et au-dessus, et pour des tensions de 65 à 500 volts. Il est à remarquer aussi que la consommation d'énergie demandée par l'appareil est des plus minimes; elle est au total de 12 watts; les petites bobines ont une résistance de 1800 ohms et 8000 tours de fil de $^1/_{10}$ de mm., plus une résistance fixe de 1200 ohms ce qui la porte au total a 3000 ohms. Les grosses bobines sont composées de bandes de cuivre formant un champ de 500 ampères-tours à pleine charge. La courbe de marche est très sensiblement une ligne droite Le poids du système mobile est de 280 gr., il en résulte que le pivot n'a pas à souffrir avec une charge aussi faible.

Les rapports des spécialistes placent ce compteur au premier rang, tant pour la valeur de sa construction mécanique que pour ses qualités électriques et son prix de revient.

M. F.-A. Forel a continué sur le cygne domestique, *Cygnus olor* (Linné), Cygne à l'état demi-sauvage dans le Léman, les observations qu'il a publiées en 1868 sur l'apparition subite d'une variation dans la couleur du plumage des jeunes cygnes ou « cygnets » (*Bull. Soc. Vaud. Sc. Nat.* X. 132). D'une couvée de quatre cygnets nés dans le port de Morges, trois étaient entièrement blancs (premier duvet et premières plumes) un seul avait la livrée grise de type normal. Cette variation s'est reproduite, et de 1868 à 1897 M. Forel a compté, sur 340 cygnets du Léman dont il a des notes, 94 individus du type qu'il a appelé *faux-albinos*, soit près du tiers des jeunes oiseaux observés. La variété faux-albinos semble se multiplier sur notre lac, où peut-être elle deviendra un jour dominante.

Cette variété est rare. Dans les voyages en Suisse et à l'étranger, sur des milliers de cygnes qu'il a rencontrés, M. Forel ne l'a retrouvée qu'une seule fois : Une couvée de six cygnets nés dans un étang de la ville de Nimes (France),

avait cinq cygnets normaux, un seul de la variété faux-albinos.

M. F.-A. Forel a étudié un homme atteint d'*hypertrichose* ou de *pilosisme,* promené par son barnum sous le nom de Rham-a-Sama, de provenance et de race inconnues. Il a cherché chez lui un caractère différentiel très constant qu'il a reconnu entre l'homme et les autres Primates anthropomorphes ; à savoir chez l'orang-outang, le chimpanzé, le gorille, le gibbon, l'absence complète de poils dans la cavité de l'aisselle qui est parfaitement glabre, tandis qu'elle montre chez l'homme une touffe de poils assez longs. Le nommé Rham-a-Sama a des poils dans l'aisselle, beaucoup plus que n'en ont les singes anthropomorphes, moins que l'homme normal, beaucoup moins qu'on n'aurait pu le croire chez un individu aussi remarquablement poilu.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

PENDANT LE MOIS DE

AVRIL 1899

Le 2, très faible gelée blanche le matin.
3, rosée le matin; quelques gouttes de pluie à 7 h. 30 m. du soir; éclairs sur tout l'horizon depuis 7 h. 30 m.
5, pluie dans la nuit.
7, très fort vent de 10 h. du matin à 7 h. du soir; pluie à 1 h. du soir et depuis 9 h. du soir; nouvelle neige sur le Jura et les Voirons; grésil à 5 h. 25 m.; neige sur le Salève.
8, pluie la nuit jusqu'à 10 h. du matin et à 7 h. et 9 h. du soir; fort vent à 7 h. du matin; très fort vent de 4 h. à 9 h. du soir; giboulées de grésil à 10 h. 40 m. du matin et à 2 h. 6 m. du soir.
9, légère chute de neige le matin.
10, fort vent à 4 h. du soir; pluie à 7 h. du soir.
11, fort vent de 10 h. du matin à 1 h. du soir; pluie à 4 h. du soir.
12, forte rosée le matin.
13, forte gelée blanche le matin; fort vent de 1 h. à 7 h. du soir; pluie depuis 7 h. du soir.
14, pluie la nuit jusqu'à 7 h. du matin et à 9 h. du soir; fort vent depuis 10 h. du matin.
15, pluie à 10 h. du matin et à 10 h. du soir; éclairs et tonnerres à l'W. à 3 h. du soir et forte chute de grésil de 3 h. 10 m. à 3 h. 32 m. du soir; fort vent de 1 h. à 7 h. du soir.
16, pluie la nuit jusqu'à 7 h. du matin; forte bourrasque de pluie de 10 h. 50 m. à 11 h. du matin; arc-en-ciel double à 4 h. 5 m. et pluie à 7 h. du soir; très fort vent de 10 h. du matin à 1 h. du soir.
17, pluie depuis 7 h. du soir.
18, pluie depuis 4 h. du soir.
19, pluie la nuit jusqu'à 7 h. du matin et depuis 4 h. du soir; forte bise de 4 h. à 9 h. du soir.
20, pluie la nuit jusqu'à 1 h. du soir: couronne lunaire à 9 h. 30 m. et léger halo à 10 h. du soir.
21, très forte rosée le matin; brouillard enveloppant jusqu'à 10 h. du matin.
22, pluie la nuit jusqu'à 10 h. du matin.
23, forte bise la nuit jusqu'à 10 h. du matin.
24, gelée blanche le matin; très fort vent à 7 h. du soir; quelques gouttes de pluie à 9 h. du soir; pluie depuis 10 h. du soir.
25, pluie dans la nuit et de 7 h. à 9 h. du soir; fort vent à 7 h. du matin et à 4 h. du soir; arc-en-ciel à 2 h. 30 m.
26, fort vent le matin jusqu'à 1 h. du soir; pluie à 4 h. et à 9 h. du soir; forte chute de grésil et de pluie, éclairs et tonnerres de 2 h. 10 m. à 2 h. 40 m. du soir; nouvelle neige sur les montagnes environnantes.
27, pluie à 7 h. du matin.
28, très forte rosée le matin.
29, pluie dan la nuit, à 10 h. du matin, à 4 h. du soir et depuis 9 h. du soir; fort vent à 7 h. du matin; arc-en-ciel double à 4 h. du soir.
30, pluie la nuit jusqu'à 7 h du matin et de 4 h. à 9 h. du soir; fort vent de 7 h. à 10 h. du matin; arc-en-ciel à 8 h. du matin.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique observées au barographe.

MAXIMUM.	mm	MINIMUM.	mm
Le 2 à 8 h. matin	732,26	Le 3 à 6 h. soir	728,95
3 à 10 h. matin	730,88	5 à 3 h. matin	733,49
5 à 11 h. matin	735,46	8 à 7 h. soir	716,30
8 à 11 h. matin	723,15	10 à 11 h. soir	724,97
9 à 8 h. soir	728,99	13 à 10 h. soir	711,68
14 à 11 h. soir	716,51	17 à 5 h. soir	724,69
17 à 10 h. soir	726,60	19 à 4 h. matin	721,83
19 à 11 h. soir	723,40	23 à minuit	728,69
23 à 11 h. soir	730,92	26 à 11 h. matin	719,48
25 à 11 h. matin	723,22	30 à 4 h. matin	725,65
30 à 11 h. soir	730,69		

Résultats des observations pluviométriques faites dans le canton de Genève.

Observ. MM	CÉLIGNY Ch. Pesson	SATIGNY P. Pelletier	ATHENAZ J.-J. Decor	COMPESIERES Pellegrin	OBSERVAT.	COLOGNY R. Gautier	JUSSY M. Micheli
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Total...	174.2	168.0	117.7	150.0	138.1	132.0	123.5

Durée totale de l'insolation à Jussy : $118^{h}\ 35^{m}$.

GENÈVE. — AVRIL 1899.

Jours du mois.	Baromètre. Hauteur moy. des 24 h.	Baromètre. Écart avec la hauteur normale	Baromètre. Minim. observé au barogr.	Baromètre. Maxim. observé au barogr.	Température C. Moyenne des 24 heures	Température C. Écart avec la temp. normale	Température C. Minim.	Température C. Maxim.	Fract. de saturation en milliém. Moy. des 24 h.	Fract. de saturation. Écart avec la fraction norm	Fract. de saturation. Minim.	Fract. de saturation. Maxim.	Pluie ou neige. Eau tomb. d. les 24 h.	Pluie ou neige. Nombre d'h	Vent dominant.	Chemin parcouru par le vent. Kil. par heure.	Nébulosité moyenne	Insolation. Dur. en heures.	Temp. du Rhône. Midi.	Temp. du Rhône. Écart avec la temp. normale	Limnimètre à 11 h.
	millim.	millim.	millim.	millim.	°	°	°	°					mm.					h.	+ °	°	cm.
1	730.73	+ 6.20	730.22	731.66	+11.60	+ 4.77	+ 7.9	+15.9	719	+ 1	590	820	...	..	N. 1	3.7	0.22	9.2	8.0	+ 0.7	88.5
2	730.61	+ 6.09	729.10	732.26	+11.14	+ 4.17	+ 4.1	+20.2	699	— 17	410	910	...	..	calme	1.9	0.00	10.9	...	.....	89.0
3	730.01	+ 5.50	728.95	730.88	+14.79	+ 7.69	+ 6.0	+23.8	584	—130	350	810	0.0	..	var.	6.9	0.50	10.7	8.7	+ 1.3	89.5
4	732.48	+ 7.98	731.60	733.60	+11.05	+ 3.81	+ 8.3	+14.6	699	— 14	620	800	...	..	N. 1	9.2	0.87	3.6	9.4	+ 1.9	88.7
5	734.50	+10.01	733.49	735.46	+11.64	+ 3.26	+ 7.2	+18.2	707	— 4	460	890	0.8	1	var.	2.5	0.55	7.5	9.9	+ 2.3	90.5
6	731.98	+ 7.49	729.60	734.54	+12.95	+ 5.44	+ 6.8	+20.3	536	—174	230	800	...	..	var.	4.6	0.72	5.0	9.3	+ 1.6	90.3
7	723.22	— 1.26	720.08	728.87	+10.41	+ 2.76	+ 5.3	+16.1	588	—120	340	770	4.9	4	SSW. 2	14.6	1.00	0.5	9.4	+ 1.6	88.4
8	720.83	— 3.65	716.30	723.15	+ 4.86	— 2.93	+ 1.8	+ 9.0	795	+ 88	530	930	11.0	10	SSW. 2	17.9	0.97	1.5	7.4	— 0.4	88.0
9	726.12	+ 1.64	721.23	728.99	+ 3.75	— 4.18	+ 0.7	+ 7.8	715	+ 9	520	850	...	..	var.	3.6	0.70	1.2	...	.....	91.0
10	727.16	+ 2.67	724.97	728.96	+ 6.34	— 1.73	0.0	+12.7	705	+ 1	510	910	0.1	..	var.	6.3	1.00	0.2	7.0	— 1.0	89.4
11	721.74	— 2.75	719.22	725.23	+ 8.72	+ 0.51	+ 5.0	+12.8	696	— 7	560	840	4.9	4	SSW. 2	13.4	0.97	0.1	7.4	— 0.7	89.0
12	722.05	— 2.45	720.00	723.76	+ 4.41	— 3.94	— 0.3	+ 7.9	572	—130	300	800	...	..	NNE. 1	5.8	0.47	7.5	7.4	— 0.8	88.8
13	716.24	— 8.27	711.68	720.21	+ 4.49	— 4.00	— 2.3	+12.2	694	— 7	300	850	4.0	6	SSW. 1	10.0	0.68	5.7	7.5	— 0.8	90.0
14	713.69	—10.83	712.00	716.51	+ 8.50	— 0.43	+ 4.3	+13.4	664	— 36	400	900	9.2	8	SSW. 3	23.4	0.77	7.6	7.3	— 1.1	88.5
15	717.79	— 6.74	716.37	720.46	+ 7.64	— 1.13	+ 5.0	+13.3	653	— 47	370	850	5.2	4	SSW. 2	16.7	0.95	3.7	7.0	— 1.5	88.5
16	722.58	— 1.97	720.56	724.80	+ 7.75	— 1.16	+ 4.0	+12.1	762	+ 63	640	850	3.0	2	var.	14.2	0.83	3.2	...	.....	100.0
17	725.62	+ 1.06	724.69	726.60	+10.35	+ 1.30	+ 7.6	+16.0	653	— 45	500	890	1.8	4	var.	7.3	0.95	2.1	7.6	— 1.1	92.3
18	724.75	+ 0.17	722.95	726.45	+ 8.65	— 0.54	+ 5.7	+12.0	872	+175	680	1000	10.7	9	var.	4.9	1.00	0.0	7.8	— 1.0	90.5
19	722.42	— 2.18	721.83	723.40	+ 7.85	— 1.49	+ 6.3	+ 9.6	949	+252	830	1000	18.3	16	NNE. 2	13.8	1.00	0.0	7.6	— 1.3	95.5
20	726.02	+ 1.40	723.43	728.50	+ 6.44	— 3.04	+ 3.5	+ 9.7	963	+267	930	1000	13.2	11	N. 1	4.4	0.92	0.0	7.8	— 1.2	96.8
21	726.44	+ 1.80	723.49	728.10	+ 7.49	— 2.13	+ 1.6	+15.1	863	+167	550	1000	1.0	1	var.	1.7	0.95	4.0	7.6	— 1.5	94.5
22	725.45	+ 0.78	722.27	728.70	+ 9.55	— 0.21	+ 6.4	+13.2	756	+ 61	590	900	9.3	10	var.	10.0	0.88	3.8	7.8	— 1.4	96.0
23	730.24	+ 5.55	728.69	730.92	+ 8.11	— 1.80	+ 5.0	+11.8	731	+ 36	540	900	...	..	NNE. 2	17.3	0.68	5.0	...	.....	94.0
24	726.90	+ 2.18	722.75	730.79	+ 8.26	— 1.79	+ 1.4	+14.5	746	+ 51	550	930	1.5	1	var.	6.7	0.72	6.8	8.3	— 1.1	95.0
25	722.32	— 2.43	721.30	723.22	+11.34	+ 1.44	+ 8.7	+15.0	670	— 25	530	860	15.4	13	SSW. 2	15.3	0.95	2.8	8.5	— 1.0	94.7
26	721.45	— 3.33	719.48	723.56	+ 8.18	— 2.46	+ 4.8	+12.7	769	+ 75	580	960	9.6	6	SSW. 1	14.2	0.87	3.1	8.5	— 1.1	97.5
27	725.99	+ 1.18	723.75	727.80	+ 8.20	— 2.28	+ 5.1	+13.0	734	+ 40	370	950	0.6	1	var.	4.8	0.60	6.2	8.3	— 1.4	101.5
28	726.86	+ 2.02	725.20	728.20	+ 9.06	— 1.57	+ 2.3	+15.7	686	— 8	380	900	...	..	N. 1	3.3	0.00	12.0	8.4	— 1.4	96.0
29	726.56	+ 1.68	724.94	727.75	+10.84	+ 0.07	+ 6.5	+16.0	816	+122	610	960	9.5	7	SSW. 1	9.2	0.98	2.5	8.5	+ 1.4	100.0
30	727.88	+ 2.97	725.65	730.69	+12.11	+ 1.19	+ 8.3	+15.7	743	+ 49	500	900	4.1	4	SSW. 1	14.2	0.95	3.7	...	.....	101.0
Mois	725.35	+ 0.58			+ 8.88	— 0.09			725	+ 28						9.29	0.75		8.10	—0.68	92.78

MOYENNES DU MOIS D'AVRIL 1899

Baromètre.

	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	729,23	728,92	729,19	729,35	728,69	728,03	727,94	728,75
2e »	721 54	721,13	721,55	721,46	721,02	720,64	721,24	721,75
3e »	725,75	725,43	726,08	726,58	726,17	725,82	725,80	726,44
Mois	725,51	725,16	725,61	725,79	725,29	724,83	725,00	725 65

Température.

	o	o	o	o	o	o	o	o
1re déc.	+ 6,94	+ 6,15	+ 6,65	+ 11,61	+ 14,16	+ 13,59	+ 11,43	+ 8,28
2e »	+ 6,17	+ 5,59	+ 6,13	+ 8,80	+ 10,48	+ 9,02	+ 7,05	+ 6,60
3e »	+ 7,40	+ 6,42	+ 7,40	+ 9,83	+ 12,10	+ 12,04	+ 10,61	+ 8,71
Mois	+ 6,84	+ 6,05	+ 6,73	+ 10,08	+ 12,25	+ 11,55	+ 9,70	+ 7,86

Fraction de saturation en millièmes.

1re décade	767	825	798	576	502	544	629	756
2e »	798	798	813	672	577	680	811	833
3e »	833	844	865	738	585	632	686	828
Mois	799	822	825	662	555	619	709	806

	Therm. min.	Therm. max.	Temp. du Rhône.	Nébulosité moyenne.	Insolation. Durée en heures.	Chemin parcouru p. le vent.	Eau de pluie ou de neige.	Limnimètre.
	o	o	o		h.	kil. p. h.	mm	cm
1re déc.	+ 4,81	+ 15,86	+ 8,64	0,65	50,2	7,12	16,8	89,33
2e »	+ 3,88	+ 11,90	+ 7,49	0,85	29,9	11,09	70,3	91,99
3e »	+ 5,01	+ 14,27	+ 8,24	0,76	50,0	9,67	51,0	97,02
Mois	+ 4,57	+ 14,01	+ 8,10	0,75	130,1	9,29	138,1	92,78

Dans ce mois l'air a été calme 28,3 fois sur 100.

Le rapport des vents du NNE. à ceux du SSW. a été celui de 0,49 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est S. 38°,4 W. et son intensité est égale à 34,8 sur 100.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU GRAND SAINT-BERNARD

pendant

LE MOIS D'AVRIL 1899.

Le 1er, forte bise de 7 h. du matin à 4 h. du soir.
3, neige à 4 h. du soir et forte bise à 10 h. du soir; hauteur de la neige : 4cm,5.
4, forte bise à 7 h. du matin, à 1 h. et à 10 h. du soir; brouillard de 7 h. à 10 h. du matin et depuis 7 h. du soir.
5, très forte bise le matin jusqu'à 7 h. du soir; neige à 7 h. du matin; brouillard à 10 h. du matin; hauteur de la neige : 3cm,2.
7, fort vent de 10 h. du matin à 4 h. du soir; forte bise depuis 7 h. du soir, neige depuis 1 h. du soir; hauteur de la neige . 4cm,0.
8, très forte bise de 7 h. à 10 h. du matin et à 10 h. du soir; neige à 1 h. du soir et depuis 9 h. du soir; hauteur de la neige : 12cm,5.
9, très forte bise de 7 h. du matin à 4 h. du soir; brouillard à 7 h. du soir.
10, neige à 7 h. du matin.
11, fort vent à 1 h. du soir et très forte bise depuis 7 h. du soir; neige depuis 7 h. du soir; hauteur de la neige : 12cm,0.
12, brouillard à 7 h. du soir.
13, très fort vent depuis 1 h. du soir; neige depuis 7 h. du soir.
14, très fort vent pendant tout le jour; neige à 7 h. du matin.
15, fort vent le matin jusqu'à 1 h. du soir et depuis 7 h. du soir.
16, neige le matin jusqu'à 4 h. du soir; hauteur de la neige : 6cm,5
17, neige à 7 h. du matin; brouillard depuis 7 h. du soir; hauteur de la neige : 8cm,2.
18, fort vent de 10 h. du matin à 10 h. du soir; brouillard à 10 h. du matin et neige depuis 1 h. du soir; hauteur de la neige : 20cm,0.
19, neige à 7 h. du matin, à 4 h. et à 7 h. du soir; brouillard à 10 h. du matin; hauteur de la neige : 9cm,0.
20, neige jusqu'à 10 h. du matin; brouillard depuis 1 h. du soir; hauteur de la neige : 4cm.0.
22, neige le matin jusqu'à 1 h. du soir; brouillard depuis 4 h. du soir; forte bise à 1 h. du soir; hauteur de la neige : 10cm,0.
23, brouillard jusqu'à 10 h. du matin.
24, brouillard à 7 h. du soir; neige et fort vent à 10 h. du soir; hauteur de la neige : 17cm,0
25, neige jusqu'à 10 h. du matin; hauteur de la neige : 4cm,0.
26, neige depuis 1 h. du soir et forte bise depuis 4 h. du soir; hauteur de la neige : 10cm,0.
27, brouillard jusqu'à 10 h. du matin et depuis 7 h. du soir.
29, brouillard de 10 du matin à 7 h. du soir.
30, neige jusqu'à 10 h. du matin et à 4 h. du soir; brouillard à 1 h. et depuis 7 h. du soir.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique observées au barographe

MAXIMUM	mm	MINIMUM.	mm
Le 1er à 10 h. soir	568,55	Le 2 à 1 h. matin	568,50
5 à 10 h. soir	570,84	8 à 10 h. soir	551,76
8 à minuit	555,20	10 à 1 h. matin	560,80
10 à 1 h. soir	562,73	13 à 4 h. matin	553,10
13 à minuit	553,80	18 à 10 h. soir	561,95
18 à 10 h. matin	563,92	20 à 4 h. matin	559,60
24 à 1 h. matin	566,20	23 à 4 h. matin	564,00
26 à minuit	560,80	26 à 1 h. soir	556,62
30 à 10 h. soir	565,16	29 à 7 h. matin	563,97

SAINT-BERNARD. — AVRIL 1899

Jours du mois.	Baromètre. Hauteur moy. des 24 heures.	Baromètre. Écart avec la hauteur normale.	Baromètre. Minimum observé au barographe	Baromètre. Maximum observé au barographe	Température C. Moyenne des 24 heures.	Température C. Écart avec la température normale.	Température C. Minimum absolu.	Température C. Maximum absolu.	Pluie ou neige. Hauteur de la neige.	Pluie ou neige. Eau tombée dans les 24 h.	Pluie ou neige. Nombre d'heures.	Vent dominant.	Nébulosité moyenne.
	millim.	millim.	millim.	millim.	°	°	°	°	cm.	mm			
1	567,18	+ 6,83	567,05	568,55	— 0,99	+ 4,49	— 3,6	+ 0,8	.....	.....	....	NE. 2	0,12
2	569,05	+ 8,65	568,50	569,61	+ 1,93	+ 7,29	— 3,6	+ 4,3	.....	.....	....	NE. 1	0,03
3	569,11	+ 8,65	568,09	569,60	+ 2,96	+ 8,20	— 0,8	+ 9,2	.....	.....	....	NE. 1	0,50
4	567,21	+ 6,69	566,44	567,85	— 3,29	+ 1,83	— 5,3	+ 0,5	4,5	7,1	....	NE. 2	0,70
5	569,31	+ 8,73	567,90	570,81	— 3,25	+ 1,74	— 6,0	— 0,1	3,2	3,0	....	NE. 2	0,40
6	568,92	+ 8,28	567,00	570,80	— 1,05	+ 3,81	— 3,9	+ 2,7	.....	.....	....	NE. 1	0,43
7	560,65	— 0,06	555,70	566,30	— 4,14	+ 0,60	— 9,0	+ 0,9	4,0	5,8	....	SW. 2	0,87
8	553,89	— 6,89	551,76	555,20	— 9,50	— 4,89	—11,0	— 5,8	12,5	10,7	....	NE. 2	0,95
9	557,29	— 3,56	551,80	561,00	—11,67	— 7,19	—14,1	— 8,8	.....	.....	....	NE. 2	0,60
10	561,66	+ 0,74	560,80	562,73	— 4,24	+ 0,11	—13,7	— 0,2	.....	.....	....	NE. 1	0,73
11	558,24	— 2,75	555,94	561,40	— 4,47	— 0,25	—11,3	+ 2,7	.....	.....	....	SW. 1	0,83
12	554,90	— 6,16	554,20	555,37	—11,59	— 7,50	—14,4	— 8,2	12,0	9,5	....	NE. 1	0,50
13	553,29	— 7,85	553,10	553,80	— 8,95	— 4,99	—15,0	— 4,8	.....	.....	....	SW. 3	0,50
14	554,08	— 7,14	553,50	554,40	— 6,80	— 2,97	— 9,0	— 4,3	.....	4,0	....	SW. 3	0,52
15	554,61	— 6,69	553,86	556,04	— 7,24	— 3,55	— 9,9	— 3,4	.....	.....	....	SW. 2	0,67
16	558,85	— 2,53	556,45	561,20	— 5,94	— 1,39	— 9,8	— 3,1	6,5	5,6	....	SW. 1	0,95
17	562,65	+ 1,19	561,30	563,86	— 3,75	— 0,34	— 7,4	— 0,3	8,2	7,0	....	SW. 1	0,92
18	563,11	+ 1,57	561,95	563,92	— 4,10	— 0,83	—10,0	— 0,8	20,0	23,0	....	SW. 2	0,98
19	560,27	— 1,35	559,91	561,30	— 1,94	+ 1,19	— 5,4	— 0,3	9,0	15,5	....	SW. 1	0,95
20	561,14	— 0,57	559,60	563,15	— 4,57	— 1,58	— 5,8	— 0,8	4,0	6,2	....	NE. 1	1,00
21	563,21	+ 1,41	563,00	563,52	— 4,22	— 1,37	— 7,8	+ 2,7	.....	.....	....	NE. 1	0,03
22	561,60	— 0,29	560,22	563,27	— 4,60	— 1,89	— 6,0	+ 4,7	10,0	8,5	....	NE. 1	1,00
23	564,70	+ 2,72	564,00	566,17	— 4,00	— 1,43	— 6,5	— 1,1	.....	.....	....	NE. 1	0,48
24	564,88	+ 2,81	562,40	566,20	— 2,65	— 0,22	— 8,0	+ 1,9	17,0	13,3	....	SW. 1	0,45
25	561,00	— 1,16	560,62	561,80	— 0,67	+ 1,62	— 4,3	+ 3,7	4,0	1,0	....	SW. 1	0,77
26	557,85	— 4,40	556,62	560,80	— 5,89	— 3,75	— 8,3	+ 2,9	10,0	7,0	....	NE. 2	0,77
27	560,89	— 1,45	557,90	563,60	— 6,15	— 4,16	— 8,1	+ 0,7	.....	.....	....	NE. 1	0,58
28	564,47	+ 2,04	563,70	565,35	— 0,72	+ 1,13	— 9,8	+ 5,7	.....	.....	....	SW. 1	0,00
29	564,40	+ 1,88	563,97	564,92	— 0,94	+ 0,77	— 3,8	+11,7	.....	.....	....	NE. 1	0,82
30	564,05	+ 1,43	563,10	565,16	— 2,09	— 0,52	— 5,0	+ 7,7	.....	.....	....	NE. 1	1,00
Mois	561,75	+ 0,12			— 4,15	— 0,88							0,63

MOYENNES DU GRAND SAINT-BERNARD. — AVRIL 1899.

Baromètre.

	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade...	564,43	564,16	564,19	564,77	564,69	564,33	564,61	564,24
2e » ...	558,02	557,88	558,01	558,21	558,18	558,02	558,19	558,41
3e » ...	562,87	562,28	562,31	562,54	562,68	562,76	562,99	563,21
Mois	561,77	561,44	561,50	561,84	561,85	561,70	561,93	561,95

Température.

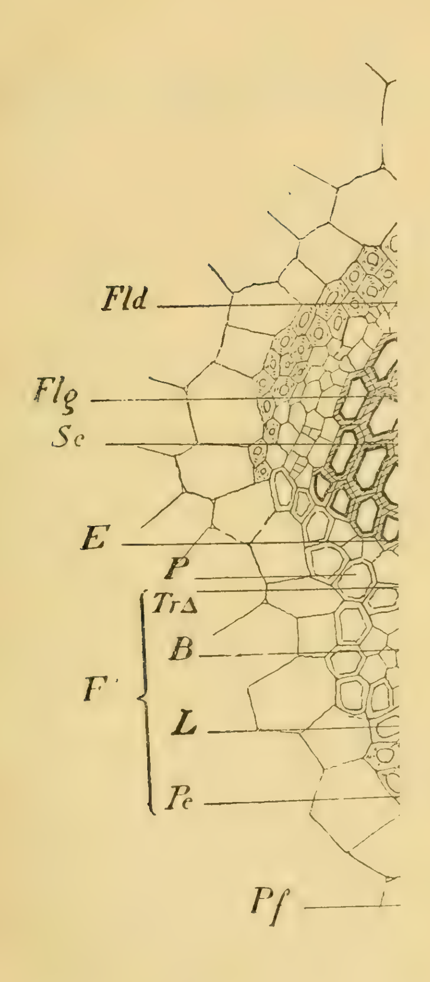
	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
	0	0	0	0	0	0
1re décade...	— 3,96	— 1,81	— 1,00	— 1,65	— 4,00	— 4,65
2e » ...	— 6,50	— 4,85	— 3,57	— 4,47	— 6,23	— 7,11
3e » ...	— 4,53	— 1,29	— 0,78	— 1,26	— 3,74	— 4,69
Mois	— 5,00	— 2,65	— 1,78	— 2,46	— 4,66	— 5,48

	Min. observé.	Max. observé.	Nébulosité.	Eau de pluie ou de neige.	Hauteur de la neige tombée.
	0	0		mm	cm
1re décade...	— 7,10	+ 0,35	0,53	26,6	24,2
2e » ...	— 9,80	— 0,23	0,78	70,8	59,7
3e » ...	— 6,76	+ 4,06	0,59	29,9	41,0
Mois	— 7,89	+ 0,69	0,63	127,2	124,9

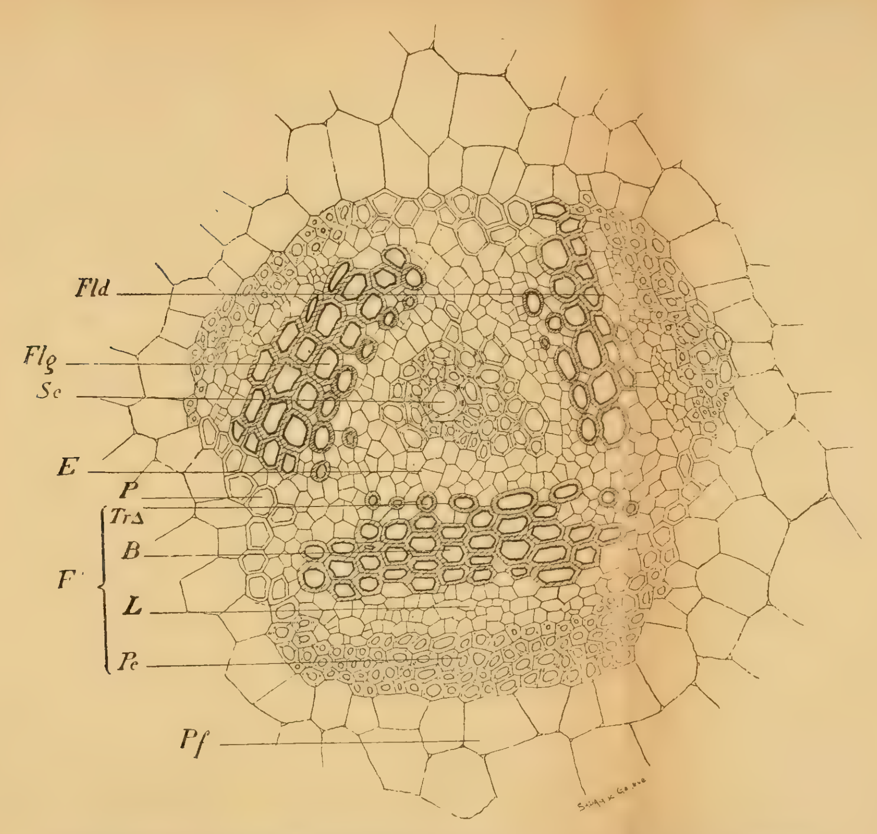
Dans ce mois, l'air a été calme 0,0 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE à ceux du SW a été celui de 1,33 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 45° E., et son intensité est égale à 20,0 sur 100.



Section transversale d'un faisc
central; *E*, endoxyle; *Pf*, parenchym
F, massifs libéro-ligneux : de droite (
à l'intérieur un arc péricyclique (*Pe*),
des trachées initiales *TrΔ*. Grossissen



Section transversale d'un faisceau composé dans le pétiole de l'H. ciliata : *Sc*, îlot de sclérenchyme central ; *E*, endoxyle ; *Pf*, parenchyme fondamental ; *P*, éléments sclérifiés reliant les massifs libéro-ligneux : *F*, massifs libéro-ligneux : de droite (*ld*), de gauche (*lg*), inférieur (*i*). Chaque masse comprend de l'extérieur a l'intérieur un arc péricyclique (*Pe*), un arc libérien (*L*), une bande ligneuse (*B*), limitée vers l'intérieur par des trachées initiales *TrΔ*. Grossissement 324/1.

SUR LA

TRANSFORMATION DES RAYONS X[1]

PAR

le Dr HURMUZESCU

(Avec les planches V et VI.)

Dans les premières applications des rayons X à la radiographie on a cherché à obtenir des tubes plus puissants pour diminuer le temps de pose, mais on s'aperçut tout de suite d'un inconvénient très grave ; que toutes les plaques étaient voilées, elles n'avaient plus le même contraste entre les parties blanches et les parties noires.

Ce voile des radiographies fut attribué à la grande surface d'émission des rayons X de la source et l'on songea à limiter le faisceau agissant au moyen d'écrans métalliques. En employant des écrans de plomb à proximité de la plaque sensible les résultats furent encore moins bons dans certaines expériences.

La cause fut alors attribuée à la fluorescence, ou la luminiscence plus ou moins grande que tous les corps sont capables de produire sous l'influence des rayons X.

Cette explication parut suffire d'autant plus qu'on trouva que la couche était plus impressionnée quand elle était sur le verre que sur la gélatine ; c'est ainsi aussi que certains métaux en contact avec la couche sensible ont

[1] Communication faite à la Société Française de Physique, 17 avril 1898. Voir l'*Eclairage électrique* No 17, du 23 avril 1898.

produit des renforcements que l'on avait attribués à une réflexion des rayons X.

Mais l'explication par la fluorescence, c'est-à-dire l'impression par les rayons optiques, devient insuffisante si l'on remarque que par l'interposition d'une feuille de papier ou d'aluminium entre la couche sensible et le métal, le renforcement quoique affaibli se produit encore.

En étudiant ce phénomène j'ai été conduit à considérer que les rayons X rencontrant différents obstacles se transforment en d'autres rayons de longueur d'onde plus grande, conformément à la loi de Stokes, que suivant la nature du corps frappé pas les rayons X, les longueurs d'onde de rayons transformés peuvent être assez grandes pour impressionner notre rétine et alors nous avons la luminiscence des corps fluorescents, ou ils ne sont pas visibles et alors on décelle leur présence par une des trois propriétés connues.

Cette transformation[1] des rayons X serait analogue à la transformation des rayons lumineux, sans pouvoir affirmer qu'elle soit absolument identique.

Pour suivre l'ordre chronologique je décrirai d'abord les expériences suivantes qui m'ont mis sur la trace de ce phénomène.

C Z Al Fe
verre

Fig. 1.

Sur une plaque de verre 13×18 (fig. 1) sont placées

[1] Comme l'a montré M. Sagnac. *C. R. de l'Académie des Sciences.*

quatre lames métalliques: une de cuivre rouge d'épaisseur 0,1 mm., une de zinc, une d'aluminium et une de fer étamé, l'épaisseur moyenne de ces lames était 0,5 mm. Toutes ces lames présentaient à chaque extrémité un trou circulaire servant comme témoin dans l'impression de la plaque sensible. Les lames étaient disposées dans l'ordre indiqué, laissant entre elles un intervalle de quelques millimètres (3 à 4), et collées sur la plaque de verre pour qu'elles ne changent pas leur position.

Le système ainsi préparé, on le place sur une plaque photographique (fig. 2) et on enveloppe le tout dans du

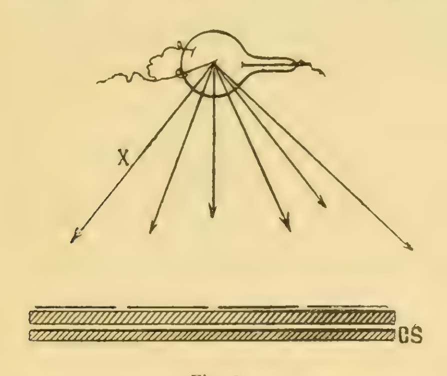


Fig. 2.

papier noir, et au-dessus du papier noir on met des pièces de monnaie de cuivre (des sous), après quoi on expose (la gélatine vers le haut) pendant une ou deux secondes aux rayons X.

En développant on trouve (radiographie N° 1, Pl. V), l'opacité de ces différents métaux et on observe en outre que la superposition des monnaies fait paraître mieux la lame de cuivre et celle d'aluminium disparues presque par leur grande transparence spéciale ici.

En regardant de plus près la radiographie N° 1, on

peut se rendre compte que les bords de ces pièces ne sont pas nets, ce flou tient à l'impression des rayons transformés par le bord du métal, le tube X étant sur la verticale au-dessus de la plaque.

Voici une cause d'insuccès dans les radiographies lorsqu'on emploie des écrans métalliques dont les bords sont près de la plaque.

Nous obtenons la radiographie N° 2, Pl. V, de la manière suivante : au-dessus du système des lames métalliques se trouve une plaque sensible, la gélatine en bas, c'est-à-dire en contact avec les lames, entre elles se trouve une feuille de papier noir couvrant sur une largeur de 2 cm. la diagonale de gauche à droite et du haut en bas (fig. 3);

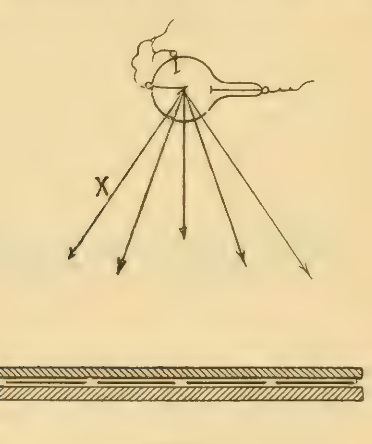


Fig. 3.

le tout est enveloppé du papier noir et au-dessus les trois pièces de monnaie. En faisant agir verticalement les rayons X pendant deux secondes au plus, on constate après développement que les parties se trouvant au-dessus des métaux sont plus fortement impressionnées, même à travers le papier, par suite des rayons transformés par

les lames métalliques. L'intensité de ces impressions varie avec la nature du métal, elle est plus forte pour le zinc et plus faible pour l'aluminium.

La radiographie N° 3, Pl. V, est une variante de la précédente, dans laquelle les pièces de monnaie ont été remplacées par des lames de zinc de 2 mm. d'épaisseur, sur chaque lame entière se trouve une autre plus courte, doublant ainsi l'épaisseur dans la partie moyenne.

Dans cette radiographie on voit que les lames métalliques apparaissent là seulement où il y a les écrans extérieurs en zinc, on remarque donc l'importance de ces écrans pour faire ressortir de faibles différences d'opacité. (On peut obtenir avec des écrans appropriés la radiographie d'une main vivante montrant tous les détails de la circulation du sang).

Si au lieu de mettre des écrans (pièces de monnaie ou lames de zinc) sur une partie seulement de la plaque, on couvre tout par une feuille de plomb de 3,5 mm. d'épaisseur, dont les bords sont rabattus (fig. 4), on ob-

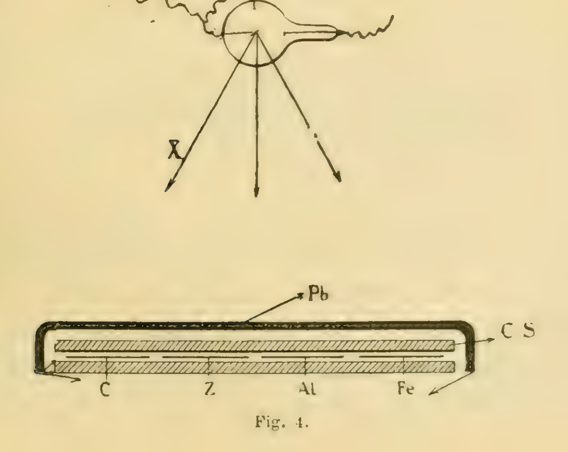


Fig. 4.

tient une radiographie N° 4, Pl. V. Les lames métalliques étant au-dessous de la plaque sensible, les métaux en contact avec la gélatine, le tout est enveloppé dans du papier noir, et au-dessus la feuille de plomb à bord rabattus (voir la figure schématique).

Après une pose de trois à quatre minutes aux rayons X provenant d'un tube placé au-dessus du milieu de la plaque et à 30 cm., on développe et on trouve (radiographie 4) une impression nette sur toutes les parties de la plaque qui ne sont pas abritées par les métaux et surtout sur les bords de la plaque en indiquant ainsi par la portée des ombres que ces impressions proviennent du bord de la feuille de plomb. Ceci prouve qu'on a affaire à des rayons transformés par les bords du plomb, ces rayons se propagent à l'intérieur du système et sous la feuille de plomb et traversent plus ou moins facilement les différents métaux. Le zinc est le plus opaque puis vient le fer étamé, le cuivre et l'aluminium; les trous circulaires laissant passer les rayons comme partout où il n'y a pas de métal, l'impression y est la plus forte.

Ces expériences répétées de différentes façons, conduisent à ce résultat inattendu que des rayons se propagent des bords de la feuille de plomb dans toutes les directions, donc nous avons affaire ici à des rayons transformés. On ne peut pas supposer que ce soit les rayons X qui traversant la feuille de plomb seraient venus impressionner la plaque, car nous aurions dû obtenir la négative de cette radiographie-ci, et puis la direction des ombres portées s'oppose à cette supposition.

La radiographie N° 5, Pl. VI, est obtenue en remplaçant la feuille de plomb par deux autres feuilles métalliques : une en plomb de 3 mm. 5 recouvrant à droite une partie du

système, l'autre en zinc couvrant le reste. On voit sur la radiographie cette ligne de séparation des deux écrans, leurs bords à droite et à gauche dépassant de beaucoup les bords de la plaque sensible. C'est à cette position des bords des écrans qu'on doit l'impression plus forte vers le milieu de la plaque plus près de ces bords d'où les rayons transformés se propageaient en dessous de ces écrans.

Pour préciser davantage cette transformation des rayons X, j'ai remplacé les lames métalliques précédentes par une feuille de zinc de 13 × 18 et ayant une épaisseur de 1 mm. percée de trous circulaires également espacés sur cinq rangées (fig. 5). En mettant sur cette

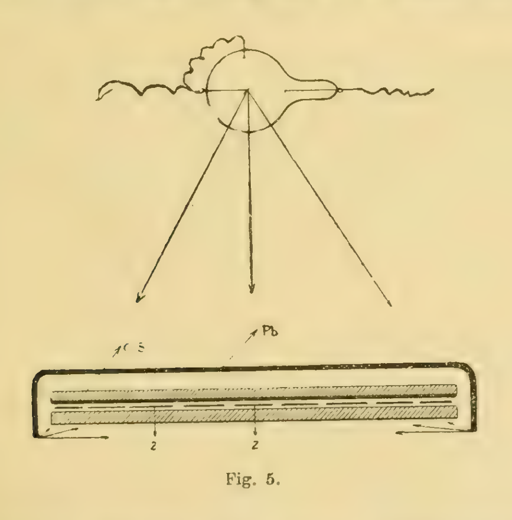


Fig. 5.

feuille ainsi préparée, une plaque photographique la couche sensible en bas (en contact avec le métal), le tout étant enveloppé dans du papier noir et exposé aux rayons X, on obtient après développement la radiographie N° 6, Pl. VI. C'est-à-dire que partout où il y a eu les trous

circulaires la plaque a été moins impressionnée, donc le métal (zinc) a renforcé.

Maintenant répétons l'expérience, mais en couvrant le système avec la feuille de plomb à bords rabattus. Le positif de la radiographie obtenue est justement le contraire de la première, c'est-à-dire qu'ici la plaque sensible n'a été impressionnée que par les trous circulaires. On observe que cette impression est plus forte sur les trous disposés près des bords, et leur contour est plus net tandis que vers le milieu de la plaque l'impression est moindre et les bords des trous présentent des ombres portées en tout sens. Il en résulte que les rayons qui ont produit l'impression de la plaque sensible viennent de la partie inférieure et des bords de la feuille de plomb.

Le même système toujours enveloppé du papier noir a été enfermé dans une cuve plate en plomb de 2 mm. 5, le couvercle était double et maintenu par du mastic Golaz. Après une pose de 5 minutes environ et développement, les images des trous étaient tantôt en clair, tantôt en noir, suivant que les rayons qui impressionnaient la plaque venaient par en bas ou par en haut. Au moyen d'écrans opaques tels que des feuilles de platine, on pouvait déterminer l'endroit d'où proviennent les rayons : d'une manière générale ils provenaient des côtés de la plaque, des parois verticales où l'épaisseur avait été diminuée à la lime par l'ouvrier qui avait fait les soudures. Les rayons agissant sont donc des rayons transformés sur la face intérieure ; là où l'épaisseur est moindre, leur intensité est plus grande et détermine l'impression. On doit se demander si les phénomènes dus à la soi-disant lumière noire n'entrent pas dans le cas des rayons transformés par les différents corps ?

Etude des rayons transformés par leur propriété électrique[1].

Les rayons transformés des rayons X possèdent comme ces derniers la propriété de décharger les corps électrisés. La méthode de recherche que nous avons donnée (avec M. Benoît) lorsque nous avons indiqué pour la première fois cette propriété nouvelle des rayons X, reste encore la meilleure pour étudier les rayons transformés. En attendant une nouvelle méthode basée sur une meilleur utilisation de l'absorption de l'énergie des rayons X, la méthode électrométrique est la plus avantageuse et la plus précise, autant que la complexité du phénomène et la variation trop irrégulière des sources de ces rayons le permettent.

La grande difficulté dans l'étude de ces phénomènes est l'impossibilité absolue d'avoir une source de rayons X semblable à elle-même pendant une série d'expériences.

Pour les radiations calorifiques et optiques nous possédons toujours des sources assez constantes et dans tous les cas nous avons la lumière solaire, à laquelle nous pouvons comparer les autres.

Pour les sources des rayons X les conditions desquelles dépendent ces rayons sont multiples et complexes, s'enchevêtrant les unes dans les autres; car, comme nous le savons, la production et les propriétés de ces rayons sont liées à la différence de potentiel des électrodes, et dépendent en outre de la nature de la surface, de la position et de la forme des électrodes, du degré du vide, de la forme

[1] Les résultats de ce travail ont été déjà communiqués au Congrès de l'Association française pour l'avancement des Sciences le 10 août 1898, à Nantes.

du tube et du nombre des interruptions. Or il existe dans cet ensemble de conditions deux paramètres qui changent d'une manière trop irrégulière: ce sont la période de l'interrupteur et le degré du vide. Le vide s'altère très facilement à la suite de l'échauffement du tube par la décharge, d'où la résistance du tube étant elle-même changée la différence de potentiel entre les électrodes change et les interruptions se trouvent modifiées.

Donc pour bien connaître les radiations il faudrait mesurer l'intensité de leurs effets pour chaque différence de potentiel, mesurant en même temps le nombre d'interruptions, le degré du vide et le courant qui passe dans la décharge.

Il faudrait encore avoir des ondes régulières et moins amorties que celles qu'on a dans les appareils actuels.

En attendant, les expériences qu'on peut faire sur ces radiations ne sont pas moins importantes, tout en étant seulement comparatives, leur intérêt est très grand pour déterminer la nature et les effets relatifs de ces radiations.

Description de la méthode expérimentale.

Pour n'avoir affaire qu'aux rayons X transformés seulement, le tube X se trouvait enfermé à l'intérieur d'une caisse C en feuilles de zinc de 3.5 mm. d'épaisseur; les rayons X sortaient par une ouverture *a* de 5 cm. de diamètre et étaient dirigés par un cylindre *b* sur le corps transformateur. Celui-ci était tenu verticalement par un support S. D'ici les rayons transformés se propageant dans le même plan horizontal que ceux incidents

tombaient sur les feuilles d'or d'un électroscope de l'auteur à cage métallique et à diélectrine (E, fig. 6).

Pour nous rendre compte de la marche des rayons nous allons considérer schématiquement les rayons dans le plan vertical du papier (fig. 7).

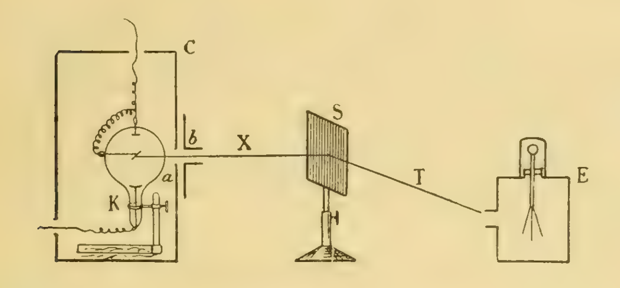


Fig. 6.

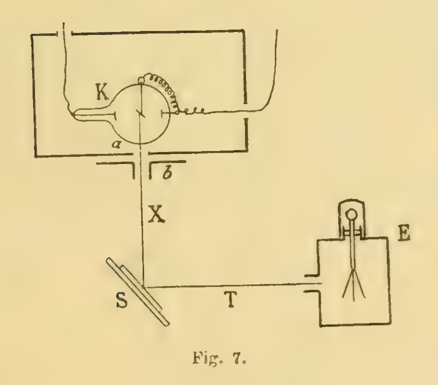


Fig. 7.

L'électroscope était sensible à 20 volts, on y mesurait le temps de décharge à partir d'un même angle des feuilles jusqu'à une valeur déterminée et toujours la même, différente de zéro.

Les interruptions dans le courant d'une bobine *Carpentier* (de grand modèle) étaient données par le trembleur de Despretz ou de Foucault suivant le cas.

On alimentait le circuit primaire de la bobine par le courant des accumulateurs (100 a. h.) dont le nombre variait depuis trois jusqu'à huit.

J'ai employé des tubes X de nature différente, mais ceux que j'ai utilisés le plus à ces expériences ont été les tubes provenant de chez MM. Chabaud Paris et Müller-Unkel Braunschweig.

La vérification de cette installation m'a prouvé, que l'électroscope n'était influencé que par les rayons transformés.

Pour éliminer autant que possible l'erreur provenant de l'altération du tube X, on faisait des expériences alternatives en mesurant le temps de décharge des rayons transformés par un corps quelconque et le temps de décharge des rayons transformés sur une feuille de zinc déterminée ; c'est à cette dernière mesure qu'on rapportait toutes les autres.

Le corps transformateur était sous forme d'une feuille 12×15 disposée verticalement sur le support C en zinc amalgamé de 2 mm. de diamètre. Ainsi donc à l'épaisseur de la feuille en question s'ajoutait l'épaisseur du support.

On notera dans les tableaux des mesures, à côté du nom du corps son épaisseur en mm.

Pour un même potentiel donné par le même angle d'écartement des feuilles de l'électroscope, on mesurait en secondes avec un chronomètre au dizième de seconde le temps de décharge des rayons transformés par les différents corps.

$Zinc_1$	15[1]
$Paraffine_{12}$ $zinc_1$	16,5
$Zinc_1$	17
$Aluminium_{0,6}$	75
$Zinc_1$	16,2
$Fer_{0,6}$	56

Avant de commencer une série d'expériences on arrangeait bien le tube de manière à obtenir le maximum d'intensité des rayons transformés ; cela correspondait à une position déterminée du tube, c'est-à-dire lorsque l'anticathode était au milieu de l'ouverture cylindrique. On vérifiait cette position par la tache luminescente circulaire qui se formait sur un écran de platinocyanure de baryum.

Les premiers résultats sont les suivants : Des corps très absorbants comme le fer 1 mm, se rangent à côté de l'aluminium 2 mm. qui est un corps peu absorbant ; de même la paraffine sous une épaisseur de 12 mm., donne les mêmes rayons transformés que le $zinc_1$.[1] Par exemple les rapports entre les temps de décharge :

$$\frac{Al_{0,6}}{Zn_3} = 1,973 \quad \frac{F_1}{Zn_1} = 2,733 \quad \frac{Al_2}{Al_3} = 2,633$$

$$\frac{Paraf_{12}}{Zn_1} = 0,993$$

$$» \quad = 1,014$$

$$» \quad = 1,103$$

$$» \quad = 0,971$$

On voit que ce dernier rapport varie d'une expérience

[1] Ces résultats ne font que vérifier plus loin les conclusions de M. Sagnac sur les rayons secondaires, voir. L'*Eclairage Electrique* nos 11, 12, 13 ; 5e année, t. XIV.

à l'autre. Ces variations peuvent tenir ; à l'altération du tube, à la modifications des corps (zinc, paraffine), ou aux deux causes à la fois.

Influence de la nature et de l'état du tube.

Pour que le tube ne s'altère pas trop on ne le faisait fonctionner que pendant une minute tout au plus pour chaque décharge, après quoi on le laissait se reposer, pour revenir à l'état initial.

La plus petite altération du tube change le faisceau de radiations, et à cause de la complexité de ces faisceaux les expériences sont difficiles et les rapports des temps de décharge changent continuellement.

La comparaison serait exacte à chaque instant si l'on pouvait avoir des faisceaux monochromatiques. Pour cela on devrait trouver un corps qui absorbe toutes les autres radiations et ne laisse passer qu'une seule radiation.

En cherchant la valeur approximative de ces rapports pour les différents corps, il s'agit de savoir leur variation pour des tubes divers non seulement comme vide, mais aussi comme forme et comme nature.

Avec un tube Chabaud à anode en iridium, le rapport de décharge fer étamé et zinc varie entre les deux valeurs suivantes $\frac{72}{13} = 5{,}538$ $\frac{68{,}0}{11{,}5} = 5{,}904$.

Pour un autre réglage de l'interrupteur on trouve $\frac{60}{11} = 5{,}454$

Laissant dans le même état j'ai changé le tube le remplaçant par un tube Müller bianodique de dix centimètres d'étincelle ; on obtient pour le

$$\frac{\text{Fer étamé}}{2} = \frac{46{,}5}{21{,}5} = 2{,}163$$

Dans une autre série d'expériences, le lendemain, j'ai trouvé, $\frac{Fe}{Zn} = \frac{40}{19} = 2,105$.

De même dans une autre série d'expériences

$$\frac{Fe}{Zn} = \frac{60}{27} = 2,222$$

En augmentant le nombre des accumulateurs on a

$$\frac{Fe}{Zn} = \frac{25,2}{10,3} = 2,446$$

Du reste on verra beaucoup mieux les résultats pour les différents corps dans les tableaux ci-dessous. Ces nombres ont été obtenus en mesurant le temps de décharge de l'électroscope, provoqué par les rayons qui se transforment sur le corps indiqué. Mais ce corps était lui-même appuyé sur une lame de paraffine de 12 mm. d'épaisseur, laquelle à son tour était tenue verticalement, en s'appuyant sur un écran en zinc de 3 mm. d'épaisseur.

Expériences du 7 juin 1898, avec le tube Chabaud à anode d'iridium.

		t.	t.
Aluminium feuille	1 mm.	30″	27″2
Paraffine	12. »	10,8	9,2
Fer étamé	0,50	68,0	49,4
Zinc	0,55	11,5	10,3
Fer	0,60	58,0	44
Cuivre rouge	0,16	15,0	14,1
Aluminium	0,60	31	26,2
»	2,00	45	32
Plomb	3,00	14	13,5
Verre 1 mm. sur zinc		51	45
» » sur paraff.		47	37
Zinc	0,55	11,7	10,3

D'après ces résultats on voit que l'intensité des rayons transformés diminue à mesure que l'épaisseur de l'étain augmente.

Une feuille d'étain sur zinc	0,80	47
4 feuilles d'étain sur zinc		40
6 » » »		35
8 » » »		31

L'expérience suivante est pour vérifier l'état du tube dans de très courts intervalles.

Paraffine	10,5
Zinc	11,4
Etain 8 feuilles sur zinc	26,4
Fer étamé	60
Zinc	12

Avec le tube Müller sans rien changer :

Zinc	0,55	19
Aluminium	0,60	70
Paraffine	12,00	16,5
Zinc	0,55	20
Paraffine		16,2
Fer étamé		46,4
Aluminium	0,60	28,4
Zinc		21

Dans ces expériences pour mesurer la transformation sur la paraffine on n'avait qu'à enlever la plaque métallique qui se trouvait devant.

Expériences du 12 juin avec le tube Müller. L'appareil tel qu'il était monté depuis hier soir.

Zinc	0,55 mm.	sur paraffine	19″
Paraffine	12		16″
Fer étamé			40″
Fer			38″
Cuivre rouge			18″
Aluminium	0,3	sur paraffine	20″
»	0,6	»	22″
»	1,08	»	29″
»	2,00	»	34″

De ceci on voit qu'à mesure que l'épaisseur de l'aluminium augmente, le temps de décharge augmente aussi donc l'intensité des rayons transformés est plus petite puisque l'épaisseur d'aluminium augmentant, la plus grande transformation se fait dans ce corps et non plus dans la paraffine.

Expérimentalement on déduit que, pour un corps peu absorbant comme l'aluminium, plus l'épaisseur est grande plus l'intensité des rayons transformés est grande.

La comparaison entre le fer et le fer étamé nous donne qu'un corps moins absorbant (étain) sur un corps plus absorbant (fer) augmente le temps de décharge donc diminue l'intensité de transformation ; tandis que plus haut, un corps plus absorbant (aluminium) sur un corps moins absorbant (paraffine), autant que son épaisseur est inférieure à la couche agissante, augmente l'intensité des rayons transformés.

Donc on voit qu'il n'y a pas une relation simple entre l'absorption et la transformation mesurée par la propriété électrique.

Dans l'expérience suivante on vérifie la constance du tube.

Zinc	10
Fer étamé	25,2
Zinc	10,6
Zinc 2 mm.	10,4
Aluminium sur zinc	18,4
Zinc	11,0

Nous allons donner à titre d'exemple quelques tableaux d'expérience.

13 juin 1898.

Ces différents corps sont appuyés sur la paraffine de 12 mm. laquelle à son tour s'appuie sur une plaque de zinc amalgamé de 3 mm. Du reste le même dispositif que pour les mesures précédentes.

Tube Müller (petit).

Zinc	19	8 feuilles étain sur zinc	21
Paraffine 5 mm. sur zinc	27	Paraffine 13 mm.	16
» 12 » »	15	Plomb	26,3
Zinc	19,3	Zinc	19
Fer étamé	50	Alum. 0,3 mm.	23
Zinc	20	» 0,6 mm.	33
Fer	48	Zinc	21
Zinc	17	Alum. 1,00 mm	36
Cuivre rouge	20,2	» 2,00 mm.	38
Zinc	18	Zinc	21,2

Les altérations du tube sont données par la variation de transformation sur le même zinc variant ici depuis 17″ à 21″2.

J'ai laissé le tube reposer pendant une heure, après quoi on a :

Zinc	21,5
Fer étamé	55
Zinc	20

Dans les deux expériences suivantes j'ai cherché à

comparer deux tubes tant par rapport à leur altération, qu'aussi entre eux. Les mesures se rapportent aux différentes substances métalliques appliquées sur une lame de paraffine de 12 mm.

Tube Chabaud.

Zinc	7,5	$\frac{Fe}{Zn} = \frac{33,0}{7,5} = 4,400$
Fer étamé	33	
Zinc	7,6	$\frac{Al}{Zn} = \frac{20}{7,6} = 2,631$
Aluminium 2 mm.	20,0	
Zinc	7,5	$\frac{Paraf.}{Zinc} = \frac{6,6}{7,5} = 0,880$
Paraffine 12 mm.	6,6	
Fer étamé	33	
Zinc	7,6	

Tube Müller (grand) 20 cm. étincelle.

Zinc	21,2	$\frac{Fe}{Zn} = \frac{50,8}{21,2} = 2,396$
Fer étamé	50,8	
Zinc	20	$\frac{Al}{Zn} = \frac{33}{20,2} = 1,633$
Aluminium 2 mm.	33	
Zinc	20,5	$\frac{Par}{Zn} = \frac{14,4}{21,5} = 0,672$
Paraffine	13,4	
Zinc	22,5	
Paraffine	14,4	
Alum. 0,6 mm.	20,4	

Il résulte des expériences précédentes que pour chaque tube la transformation est différente ou mieux encore les radiations étant différentes, l'intensité des rayons transformés est autre.

Le rapport $\frac{Fe}{Zn}$, comme les autres aussi est beaucoup plus grand pour le tube Chabaud que pour le tube Müller.

Les mesures alternatives sur le zinc nous montrent que le tube a varié de 7,5 à 7,6 et pour la deuxième série de 20 à 22,5.

Comment varie le rapport entre les décharges $\left(\frac{\textit{aluminium}}{\textit{zinc}}\right)$ *pour les différents tubes?*

Le tube Chabaud	I	II	III	IV
Zn.	10″	10″	13,6	12,6
Al. 0,6 mm.	49,2	48	58,4	51,4
Al. 1 mm.	43,8	43,8	49,2	44
Avec le grand tube Müller :				
Zn.	16,4	16,2	25	24
Al. 0,6 mm.	72	74,8	127	139
Al. 1 mm.	60	62,4	115	108
Pour le petit tube Müller :				
Zn.	18,4	19	30	26
Al. 0,6 mm.	22,4	24	71,4	70
Al. 1 mm.	23	25	62	63,4

Le tube Chabaud est le plus régulier, c'est-à-dire celui qui s'altère le moins.

Pour les deux premiers tubes qui avaient des résistances intérieures plus rapprochées, les rapports $\frac{\text{Al. } 0{,}6}{\text{Zn.}}$ et $\frac{\text{Al. } 1}{\text{Zn.}}$ ne sont pas très éloignés : tandis que pour le troisième tube il y a une énorme différence entre les deux premières expériences et les deux dernières.

Ces quatre séries d'expériences sont faites : I, en commençant d'un état initial ; II, pour un réglage différent de l'interrupteur ; III, faisant varier la distance de l'électropode ; IV, augmentant le nombre des accumulateurs.

Variation du rapport $\frac{\text{Al}}{\text{Zn}}$ avec l'épaisseur de l'aluminium.

Avec le tube Chabaud-Villard.

Zn.	11,4	10,8
Al. 0,6	59,6	61,4
Al. 0,3	82,4	80
Al. 1	68,2	63

Les plaques sont appuyées sur le support S, une plaque de zinc amalgamée de 3 mm.

On voit que le temps de décharge passe par un maximum avec l'épaisseur de la plaque d'aluminium pour une épaisseur voisine de 0,8, donc l'intensité de transformation passe par un minimun pour croître ensuite jusqu'à une valeur constante pour une épaisseur déterminée de chaque corps.

Sur le zinc quand l'épaisseur de l'aluminium croît, le temps décroît ; sur la paraffine c'est le contraire.

Si l'on cherche l'influence sur ce rapport de la plaque support c'est-à-dire de celle sur laquelle se trouve appliquée notre plaque métallique, nous avons les expériences suivantes :

	Sur zinc	Sur paraffine
Zn.	27,8	27
Al. 0,3 mm.	107,4	41,5
Zn.	27,8	28
Al. 0,6	105	55
Zn.	29	33
Al. 1 mm.	95	63,8

Avec un tube Müller :

Zinc	30	Paraffine	24,6
Al. 0,6 mm.	98		49
Zinc	30,4		34,8
Al. 1 mm.	83		48
Zinc	30,7		35

On conclut de ces expériences que la transformation qu'on mesure dans ces phénomènes n'est qu'une partie de l'énergie absorbée, et que cette transformation se fait dans l'épaisseur jusqu'à une valeur σ.

Les rayons transformés se propagent dans tous les sens et sortent de la masse du corps si le corps n'est pas très absorbant.

Pour que toute la transformation se fasse dans un seul corps il faut que son épaisseur soit supérieure à σ; dans le contraire une partie des rayons se transforme sur le corps qui limite le corps dont l'épaisseur est plus petite que σ.

De cette manière apparaît l'influence du rapport zinc ou aluminium dans les expériences précédentes.

Si l'épaisseur de deux corps accolés l'un à l'autre n'est pas plus grande que $\sigma = \sigma + \sigma'$, alors on aura l'influence du troisième placé derrière les deux autres, comme par exemple les expériences des feuilles d'étain sur l'aluminium, sur zinc ou sur paraffine.

On peut considérer la transformation à travers trois corps et constater l'influence du quatrième. et ainsi de suite.

Comment varie le rapport $\left(\frac{\textit{Paraffine}}{\textit{Zinc}}\right)$ *pour différentes distances?*

J'ai observé que le rapport $\frac{\text{Paraffine}}{\text{Zinc}}$ est tantôt plus grand tantôt plus petit que l'unité tout en restant très voisin de cette valeur. Il m'a semblé au premier abord que ces variations tenaient à l'état physique de la paraffine, j'ai cherché alors à voir s'il n'y avait pas une influence duè à l'électrisation de cette substance; mais les

nombres que j'ai trouvés ne m'autorisent pas à tirer cette conclusion, à cause de l'altération du tube.

Mais on voit d'une manière indubitable que ce rapport varie avec la distance du tube à la plaque.

d = 13,5 cm.

Paraffine	24
Zinc	24,2

d = 21,6

Zinc	35
Paraffine	36
Zinc	34,6
Paraffine	35,7
Zinc	33

d = 30

Zinc	44.4
Paraffine	48,0
Zinc	45

Les expériences suivantes avec un tube Chabaud-Villard sont plus précises, la distance σ augmente depuis 12 cm. jusqu'à 35.

Zinc	7,8
Paraffine	7,8
Zinc	10
Paraffine	9,8
Zinc	10,4
Paraffine	10,6
Zinc	14,4
Paraffine	16,2
Zinc	17,4
Paraffine	19
Zinc	20,4
Paraffine	22,4
Zinc	24
Paraffine	26,3

Nous ne saurons tirer d'ici la conclusion que dans tous les cas le rapport $\frac{\text{Paraffine}}{\text{Zinc}}$ augmentera avec la distance depuis une valeur inférieure à l'unité jusqu'à une autre inférieure à un.

Mais nous pouvons encore insister sur le peu de constance de ce rapport provenant non seulement de l'altération du tube, mais aussi de la sélection particulière des rayons X et transformés par l'absorption dans les différents milieux qu'ils traversent, et dans le cas présent ce milieu c'est l'air.

Ces erreurs doivent se retrouver aussi dans les mesures de transparence des corps aux rayons X comme dans les mesures des absorptions aux mêmes rayons.

Cas de plusieurs corps superposés.

Nous avons vu dans une partie des expériences précédentes que la transformation des rayons sur un corps en forme de lame pas trop épaisse dépendait du corps qui était derrière cette lame métallique. Pour simplifier le langage nous allons appeler ce corps sur lequel s'appuie notre lame, *support.*

Nous avons déjà vu, d'après les expériences de la page 523, qu'une feuille d'aluminium qui transforme très peu les rayons X lorsqu'elle est seule, transforme plus sur un support zinc et beaucoup plus lorsqu'elle se trouve sur un support en paraffine de 12 mm. d'épaisseur.

	Support zinc	Support paraffine.
Zn	12,6	12
Al. 1 mm.	60,8	33

On voit donc que l'intensité des rayons transformés par une feuille d'aluminium de 1 mm. est beaucoup plus grande (33) lorsque cette feuille est sur la paraffine que lorsqu'elle est sur le zinc (60,8), c'est-à-dire que les rayons transformés par la paraffine sont de beaucoup plus intenses que les mêmes rayons transformés sur le zinc ; *ou mieux que les rayons paraffine sont moins absorbés par l'aluminium que les rayons zinc.*

Les expériences précédentes ont été obtenues avec un tube Chabaud-Villard ; voici maintenant quelques nombres obtenus avec un tube Müller (20 cm. étincelle).

	Support zinc.	Support paraffine.
Zinc	30	36,8
Al. 0,6 mm.	98	48
Zinc	30,4	38
Al. 1 mm.	83	49
Zinc	30,7	37

La comparaison des nombres obtenus dans les deux expériences c'est-à-dire en employant deux supports différents nous montre que les rayons transformés sur le zinc traversent moins facilement l'aluminium que les rayons transformés sur la paraffine.

Dans ces expériences on voit que l'influence du support est très importante.

Influence du métal de la cage de l'électroscope.

La substance qui entourait les feuilles de l'électroscope c'est-à-dire la cage de l'électroscope pourrait intervenir dans le phénomène de décharge par une transformation

des rayons pénétrant à son intérieur ; pour étudier cette influence j'ai fait construire deux cages identiques : une en plomb et une autre en zinc, l'isolant en diélectrine supportant les feuilles d'or de l'électroscope, s'adaptait très bien à l'une et à l'autre de ces deux cages.

Ainsi pour faire les expériences comparatives, on laissait tout dans le même état, en remplaçant les cages l'une par l'autre et en mettant les mêmes feuilles d'or.

Electroscope avec cage en zinc :

Paraffine	19″2	17″6	18″
Zinc	18″1	16″4	17″

Electroscope avec cage en plomb :

Paraffine	38″	36″
Zinc	23″4	20″

On déduit de ces mesures que pour l'électroscope à cage en zinc les temps de décharge pour zinc et paraffine sont voisins; tandis que pour l'électroscope à cage en plomb les temps de décharges de ces mêmes corps sont très éloignés.

Cela tiendrait-il à une transformation à la surface de séparation gaz-plomb, ou à une absorption plus différente de deux métaux ou aux deux causes à la fois ?

Maintenant j'ai cherché à vérifier avec cet électroscope à cage métallique, les lois et propriétés trouvées antérieurement avec l'électroscope avec cage en zinc : c'est-à-dire j'ai voulu voir qu'elle est, dans ce cas expérimental, l'influence de l'épaisseur et puis celle de la superposition des lames.

Les expériences suivantes vont nous servir à ce double but.

	Support paraffine.	Support zinc.
Zinc	20	25
Paraffine	36	45
Al. 0,3 mm.	42,6	141
Al. 0,6 mm.	51	144,4
Al. 1 mm.	50,4	107
Cu.	22	28
Pb.	48,8	60
Fer étamé	88,6	120
Sn. sur zinc	27,4	44
Zn.	28	33

De ces nombres on constate l'influence du support dans le même sens que précédemment, c'est-à-dire que lorsque la paraffine sert comme support les temps de décharges sont plus rapprochés que pour le support zinc. On y voit de même que la loi d'un minimum d'intensité des rayons transformés pour une certaine épaisseur de l'aluminium est indiquée tout en étant de plus faible variation que dans les cas précédents.

Dans une autre série d'expériences nous avons comparé en même temps l'influence de la cage de l'électroscope pour les différents corps, et pour différents supports:

I L'électroscope à cage en plomb :

	Support paraffine s.	Support zinc s.
Zn	29,1	24,6
Cu	32,0	30,4
Pb	51,2	44,8
Fer étamé	138,6	
Al.	86,8	
Zn	26	
Paraffine	37,5	

II L'électroscope à cage en zinc :

	s.	s.
Paraffine	24	
Zinc	27,4	
Cu	32,8	35,5
Pb	29,8	29,0
Zn	27,7	25,5

On remarque ici que la feuille de plomb de 3 mm. varie beaucoup avec la cage employée, ainsi lorsque nous avons l'électroscope à cage en plomb le temps de décharge est 51,2, pour l'électroscope à cage en zinc le même nous donne seulement 29,8. Pour les autres corps la différence n'est pas aussi grande. Dans cette remarque on doit voir une relation entre les rayons transformés par le plomb sur la plaque et sur la cage de l'électroscope.

Les rayons transformés par le plomb doivent être plus absorbés aussi par le plomb; de même les rayons émis par le zinc doivent être plus absorbés par le zinc, c'est ce qui arrive. Ceci prouve de plus que ces phénomènes sont dus à une transformation des rayons et non pas à une simple diffusion.

Influence du gaz.

Une condition expérimentale qui pouvait faire changer les résultats par ces variations, c'était le gaz qui entoure la surface de transformation. En vérité les expériences nous avaient donné que l'état de la surface de la plaque n'avait aucune influence lorsque les expériences se passaient dans un même milieu, d'autant plus que la transformation pénètre jusqu'à une certaine profondeur ce qui nous est donné par l'influence des épaisseurs des *supports*.

Pourtant on pouvait rapprocher une certaine prédominence de la couche de passage due à l'existence d'une double couche électrique[1] qui varierait avec la nature du gaz.

Pour faire ces expériences, j'ai employé une cuve en plomb de 3 mm. d'épaisseur en forme de prisme triangulaire, ayant comme base un triangle rectangle. Sur l'une des faces du prisme il y avait la plaque métallique sur laquelle on cherchait à avoir la transformation, sur les deux autres face A et B qui formaient le dièdre rectangle on avait deux fenêtres circulaires de 4 cm. de diamètre bouchées avec de l'aluminium en feuilles de 0,2 mm. d'épaisseur. Cette cuve avait deux robinets pour l'introduction du gaz et était rendue bien étanche pour pouvoir bien garder le gaz.

Pour faire une expérience on disposait la cuve avec la face A normale aux rayons X et la face B normale à la direction qui unissait la lame de transformation à l'électroscope.

D'abord avant d'expérimenter sur les différents gaz, j'ai essayé les différents métaux suivants dans l'air atmosphérique pour voir s'il n'y avait pas une influence quelconque due à ce dispositif.

Zn	22,5
Fer étamé	64,7
Cu	34,4
Zn	22
Pb	24,4

[1] J'ai cherché à mettre en évidence cette action par la paraffine électrisée mais les expériences ne m'ont pas semblé suffisamment nettes.

En laissant la lame de plomb et en mettant différents gaz on obtient :

H.	38
Air atmosphérique	37,2
CO_2	37,7
	38
	37,4

On laissait le gaz se mettre bien en équilibre. Ces nombres et bien d'autres qu'on a obtenus ne donnent que des variations du même ordre que celles provenant de l'altération du tube. Donc on ne peut déduire de ces expériences aucune influence du gaz qui entoure la plaque de transformation.

Probablement la méthode n'était pas assez sensible pour mettre en évidence dans la dissociation du gaz l'effet caractéristique.

Pendant ces expériences multiples j'ai observé des variations dues au changement de la capacité du système. J'ai eu déjà l'occasion de voir, comme tous les physiciens qui se sont occupés de ces phénomènes, qu'une feuille de papier d'étain sur le tube X autour de la cathode ou de l'anode, modifie tantôt dans un sens tantôt dans le sens contraire, l'intensité des rayons X.

J'ai cherché à voir cette influence sur les rayons transformés en employant des capacités déterminées.

J'ai mis en communication métallique l'armature intérieure d'une bouteille de Leyde avec les électrodes du tube X Muller bianodique, l'armature extérieure étant en communication avec la terre.

Dans les expériences à partir du 30 mai, j'ai trouvé que si la capacité est sur l'anode, le temps de décharge di-

minue de 17′,5 à 15′; la même bouteille en communication avec la cathode augmente la décharge de 17′,5 à 20′.

Dans d'autres expériences plus tard, j'ai trouvé que l'introduction de la capacité augmentait le temps de décharge mais d'une manière irrégulière; tantôt c'était la cathode qui l'augmentait le plus, tantôt l'anode.

Zn	37	35	36,2
Zn Ca	42	40,4	41,4
Zn Ce	47	45	43,3
Zn	39		
Zn Ca	45		
Zn Ce	43		

En faisant varier le nombre des bouteilles je n'ai vu aucune loi se dessiner, ainsi le tube seul

Zn 35′ 6 bouteilles.

En mettant toute la batterie à l'anode

Zn 44′

Avec une seule bouteille à l'anode

Zn 46′5

Sans conducteur

Zn 35′2

Avec une seule bouteille à la cathode

Zn 52′

Il n'y a pas de relation précise entre la décharge et la capacité, *on peut donc supposer que cela tient plutôt à une diminution du courant de décharge, qu'à un effet de capacité*, si on met en ligne de compte l'état hygroscopique du verre du tube qui fait varier ainsi cette décharge par dérivation sur la surface d'un tube.

Dans les expériences du 9 juin l'introduction de la ca-

pacité à l'anode augmente le temps de décharge de 27″ à 46′,4 ; à la cathode l'augmentation est de 27′ à 63′.

Conclusion.

Pour expliquer ces phénomènes on peut penser au premier abord à une diffusion de ces rayons X lesquels ayant une très faible longueur d'onde ne peuvent pas se réfléchir franchement parce qu'il n'y a pas pour eux une surface ayant un poli spéculaire, mais au contraire pour ces rayons toutes les surfaces sont grenues.

Cette hypothèse très plausible n'est pas suffisante pour expliquer l'influence de la succession des écrans, ainsi donc on est mené à adopter une autre solution basée sur une transformation successive de ces rayons en des rayons de plus grande longueur d'onde, car ces rayons transformés se propagent moins facilement que ceux qui leur ont donné naissance.

Mais cette transformation des rayons ne peut pas être déduite de l'absorption de ces rayons par les différentes substances, car, comme nous l'avons vu, un corps très absorbant comme le fer transforme beaucoup moins que la paraffine et cette dernière sous une épaisseur plus grande que 6 mm. transforme autant que le zinc.

Cela tient à ce que dans l'absorption des rayons X, il n'y a qu'une partie de l'énergie vibratoire X se transformant en énergie vibratoire T, susceptible de décharger les corps électrisés, le reste de l'énergie initiale se transforme en chaleur, etc. Il existe nécessairement, en vertu du principe de la conservation de l'énergie, une relation entre l'énergie totale et les énergies transformées et, par conséquent, entre l'absorption des rayons, leur transfor-

mation et la chaleur dégagée, mais on n'a pas le moyen de déterminer le coefficient de chacune de ces transformations d'une manière générale, jusqu'à présent du moins.

Maintenant cette transformation dans les couches successives du corps se propageant dans tous les sens donne les rayons complexes secondaires, tertiaires, etc.

Ces rayons transformés ont toutes les propriétés des rayons X fournis par les tubes très mous, donc ils sont plus près des rayons ultraviol ts.

Ainsi ce phénomène n'est pas une simple diffusion mais plutôt une transformation analogue à la transformation des rayons optiques par les corps phosphorescents[1].

[1] Ce travail a été fait au laboratoire du Lycée Internat de Jassy, et j'ai été aidé par M. J. Roman préparateur de physique au lycée.

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE

DES

EFFETS DES COURANTS A HAUTE FRÉQUENCE

SUR LES

ORGANISMES VIVANTS

PAR

le Dr Frédéric BATTELLI

Assistant de physiologie à l'Université de Genève.

En continuant à étudier l'action des courants à haute fréquence et à haute tension sur l'organisme, j'ai observé dans quelques expériences que des modifications même légères dans le courant d'excitation, qui dans les conditions ordinaires pourraient être considérées comme négligeables, peuvent entraîner de profondes altérations dans les effets physiologiques qu'il produisent.

Pour la réussite de ces expériences il faut pouvoir modifier le nombre des oscillations et l'amortissement des courants à haute fréquence de façon à obtenir, au commencement de chaque série d'expériences, des conditions bien déterminées. L'appareil que j'ai eu l'occasion de décrire dans un travail précédent [1] se prête assez bien à ce but.

[1] F. Battelli. Un apparecchio per produrre correnti di alta frequenza e di alto potenziale variabili fra limiti estesi etc. — *Rivista Veneta di Scienze mediche*. Juillet 1898.

Je vais résumer ces expériences, en les groupant en cas distincts et disposés de façon qu'il sera ensuite plus facile d'en donner les explications successives.

Courants de conduction.

CHAPITRE PREMIER.

1er cas. — La grenouille dont on a détruit les centres nerveux est isolée sur une plaque en ébonite.

Chacun de ses membres postérieurs plonge dans un petit verre rempli d'eau; les deux verres se trouvent à un centimètre de distance l'un de l'autre.

Dans un des verres (en C) sont introduites les deux électrodes de l'induit de Tesla; dans le second verre plonge un fil A, qui peut être mis en communication avec le sol.

Je dispose l'appareil de Tesla de façon (en lui donnant

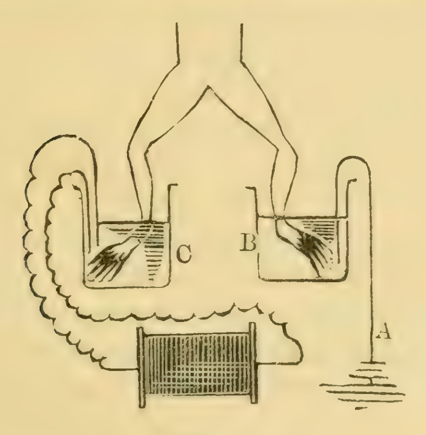


Fig. 1.

une petite capacité et une petite self-induction) que la grenouille ne présente point de secousse musculaire, en

tenant le fil A isolé. Je mets ensuite A en communication avec le sol ; la grenouille entre immédiatement en tétanos.

Le même phénomène a lieu pour la sensibilité, si une personne met un doigt dans chaque verre et reste isolée sur un tabouret isolant. Dès que le fil A est mis en communication avec le sol, la sensation du courant augmente ou bien elle apparaît si elle n'existait pas.

Il résulte immédiatement de ces expériences que quand dans la disposition précédente l'animal fait partie d'une grande capacité, l'excitation pour ses nerfs sensibles ou moteurs et pour ses muscles est augmentée. En effet on peut répéter la même expérience en mettant le fil A en communication avec l'armature d'un condensateur, au lieu de le mettre avec le sol ; on observe alors les mêmes phénomènes.

On pourrait, à première vue, expliquer ces faits en supposant que le changement de l'action physiologique soit due à une altération dans le nombre des oscillations ou dans l'amortissement des courants du transformateur de Tesla. Mais, quoique sans doute cette altération doive présenter elle aussi son effet, toutefois dans le cas présent elle est d'une importance secondaire. Il suffit pour le prouver de considérer l'expérience qui fait partie du second cas ; dans celui-ci on fait changer la capacité du second verre, et alors le phénomène physiologique n'a plus lieu, tandis que les conditions physiques ont subi le même changement pour ce qui a rapport à la décharge oscillante.

En laissant de côté, pour abréger, la discussion d'autres explications qui peuvent se présenter à l'esprit, mais qui sont contraires aux effets obtenus dans cette expé-

rience et dans les suivantes, j'exposerai l'interprétation qui me semble pouvoir sans objection expliquer le phénomène. Quand nous disposons la grenouille comme dans la fig. 1, en maintenant A isolé du sol, il est évident que l'animal est traversé par des courants à haute fréquence d'une très faible intensité. Si l'on met B en communication avec le sol ou avec un condensateur, ces très faibles courants auront une durée plus longue. Or c'est à cette durée plus considérable des courants, qui pourtant sont encore assez fréquents, que sont dus les changements que nous avons décrits.

Pour se rendre mieux compte de cette explication, on peut disposer l'expérience d'une façon légèrement différente. La grenouille plonge par ses membres postérieurs en deux petits verres, dans lesquelles arrivent les électrodes. Les membres antérieurs sont immergés dans un verre qui peut être mis en communication avec le sol. L'appareil de Tesla est disposé de façon (en lui donnant une petite capacité et une petite self-induction) que la grenouille ne présente point de secousse musculaire quand le fil A est isolé du sol. Or quand on établit la communication de A avec le sol on voit se produire le tétanos.

Dans ce cas le courant tout entier doit traverser la grenouille; et pourtant elle ne présente de contraction que quand elle vient à faire partie d'une grande capacité, ce qui allonge évidemment le temps de chaque oscillation.

Entre cette seconde expérience et la précédente il y a cette seule différence, que ici la fréquence des courants qui traversent la grenouille est la même que celle des courants qui traversent tout le circuit du transformateur ; tandis que dans le premier cas le circuit étant aussi fermé

à travers le liquide du verre, la durée des alternances dans ce circuit n'est que faiblement changé par la capacité différente de la grenouille.



Fig. 2.

Observation. La contraction varie si le conducteur, qui est en communication avec le sol, est appliqué dans le voisinage des nerfs. Si par exemple il est mis à proximité de l'extrémité dénudée du sciatique, la contraction est extrêmement forte.

On observe en outre que la contraction a lieu surtout et quelquefois uniquement (quand les muscles sont un peu fatigués) dans les fibres qui sont dans le voisinage du fil qui est en communication avec le sol.

Cela pourrait simplement être dû à un phénomène physiologique, mais pourrait aussi dériver d'une cause physique. Nous pourrions en effet supposer que le passage de l'électricité entre les nerfs et le rhéophore à travers le liquide n'a pas lieu avec la même facilité ou avec la même régularité qu'on observe quand on a, au lieu des nerfs, des conducteurs homogènes. Peut-être pour vaincre la résistance qu'on rencontre à la surface de ces nerfs, il se produit entre eux et le liquide des différences de potentiel plus grandes que celles qui existent entre le liquide et un conducteur ordinaire, et par conséquent il se produit des décharges plus violentes. Il s'en suit que si nous approchons le rhéophore, qui communique avec le sol aux nerfs de la grenouille, nous concentrons sur ces nerfs le plus grand nombre de lignes de force, et nous rendons encore plus violentes les décharges ; à ces décharges correspondront évidemment des contractions plus fortes.

2me *cas.* — On dispose la grenouille comme dans le cas précédent. Les deux électrodes du transformateur de Tesla sont immergées dans le verre C, et on dispose l'appareil de façon que la grenouille présente des contractions. En mettant alors le verre C en communication avec le sol au moyen du fil A, les *contractions diminuent.*

Le phénomène a aussi lieu pour la sensibilité, en introduisant un doigt de chaque main dans le verre C.

Comme pour le premier cas, ici aussi l'effet des altérations produites dans la décharge oscillante du transformateur est secondaire. L'explication du phénomène doit être cherchée dans le fait qu'il y a une diminution dans l'intensité des faibles courants, qui traversent la grenouille quand le verre C est mis en communication

avec le sol, car alors une grande partie de ces courants passe dans le sol au moyen du fil A.

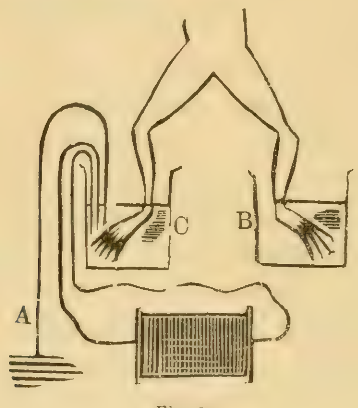


Fig. 3.

L'expérience suivante nous donne la confirmation de l'exactitude de l'explication. On fait communiquer le fil A, non avec le sol, mais avec un condensateur ; on obtient un effet un peu plus faible, mais de même nature. Et on a un effet analogue, quoique encore plus faible. comme il fallait s'y attendre, en touchant simplement avec les doigts le verre C.

3me cas. — On met la grenouille avec les deux pattes postérieures plongées dans deux petits verres d'eau B et C.

L'appareil de Tesla est disposé de façon que la grenouille présente des contractions assez visibles. A chaque verre aboutit une électrode ; en outre dans le verre B plonge un fil de cuivre A, qui peut être mis en communication avec le sol. Quand le fil A est mis en communication avec le sol, les *contractions de la grenouille diminuent.*

Cela s'observe aussi pour la sensibilité. Je place un doigt dans le verre C, et un autre dans le verre B, dans lequel plonge le fil A. Or, quand le fil A est mis au sol, la *sensation diminue* sensiblement en B, moins en C.

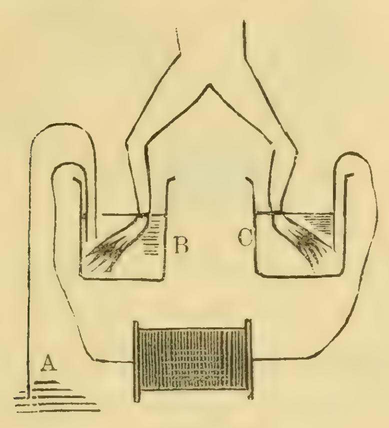


Fig. 4.

Si ce phénomène était dû au changement du nombre des oscillations à cause de la capacité changée, on aurait dû observer un effet en sens contraire [1]. L'altération qui par la même cause se produit dans l'amortissement irait d'accord avec le résultat obtenu [2], toutefois l'amortissement aurait pu bien difficilement masquer le premier effet. Du reste que le phénomène ne soit pas dû, dans sa partie principale, au changement des éléments de la décharge oscillante, il est démontré par les expériences qui se rattachent au premier cas, dans lesquelles on a les mêmes conditions de décharge, et pourtant on obtient un effet contraire. Il est évident qu'en mettant le fil A au sol, une partie de l'électricité qui devrait traverser la grenouille

[1] F. Battelli. *Loc. cit.*
[2] *Ibid.*

est dispersée dans le sol, ou pour mieux dire on augmente la capacité entre les extrémités des rhéophores, et par

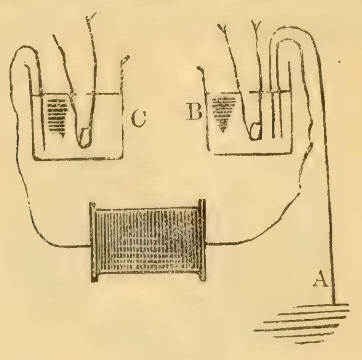


Fig. 5.

suite les différences de potentiel de B et de C sont diminuées, ce qui rend plus faibles les courants qui traversent l'animal.

4[me] *cas.* — La grenouille est placée comme d'habitude sur la plaque en ébonite. Une électrode plonge dans le

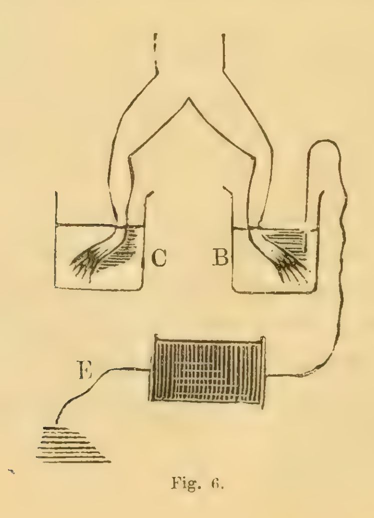


Fig. 6.

petit verre C, et on n'obtient pas de contractions en tenant l'autre électrode isolée. En mettant ensuite l'électrode E en communication avec le sol, les *contractions télaniques apparaissent.*

Un phénomène de même nature a lieu pour la sensibilité, en mettant un doigt de chaque main en C et en B.

Modification. La grenouille est isolée comme d'habitude, et l'expérience est disposée comme ci-dessus. Mais au lieu de relier l'électrode E avec le sol, on le réunit avec l'armature d'un condensateur. Les contractions, dans ce cas aussi, apparaissent mais peu énergiques. Ici le phénomène de l'apparition des contractions est dû à la diminution du nombre des oscillations à cause de l'augmentation de la capacité de l'électrode E, qui est mise en communication avec le sol.

Le même fait a lieu, pour la même raison, si nous augmentons la capacité de l'autre électrode, en mettant en relation avec le sol le second verre B, comme on voit dans le 5me cas.

5me cas. — Un seul pôle plonge dans un verre, l'autre

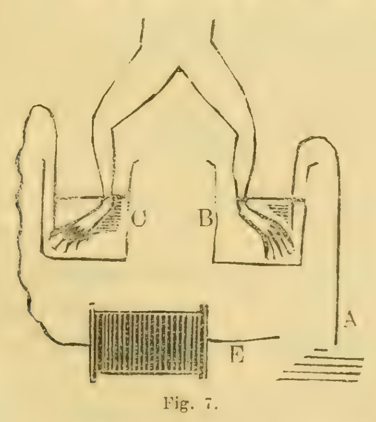


Fig. 7.

pôle est tenu isolé ; la grenouille ne présente pas de con-

tractions. Si on met ensuite A en communication avec le sol, on observe un tétanos très fort. En mettant, au lieu de la grenouille, un doigt d'une main dans un verre, et en faisant ensuite communiquer A avec le sol, la sensation aussi augmente.

Il est superflu d'ajouter qu'il n'en serait pas de même si l'on mettait en même temps en relation avec le sol l'électrode E et le conducteur A, car dans ce cas le sol ne ferait pas l'effet d'une capacité, mais l'effet d'un conducteur qui réunit E avec B. En effet si l'on met E au sol, comme dans le cas de la fig. 6, et ensuite, pendant que l'appareil fonctionne, on met au sol le rhéophore A, on observe dans la grenouille une forte contraction instantanée, qui disparaît après quelques instants; elle est due simplement à la *nouvelle distribution de potentiel* dans l'animal. Cela est si vrai que, si l'on réunit A avec le sol, avant de faire fonctionner l'appareil, on ne constate plus dans la grenouille aucun phénomène au moment où l'appareil est mis en action. En outre, si A est au sol et E isolé, de façon que la grenouille se trouve en tétanos, celui-ci disparaît quelques instants après qu'on a mis E en communication avec le sol.

Chapitre II.

Expériences se rapportant seulement à la sensibilité.

Les expériences que je vais exposer et que je distinguerai aussi en plusieurs cas, serviront à éclaircir encore mieux le mécanisme auquel sont dues les précédentes expériences.

1er cas. — La personne est isolée et plonge un doigt

dans un verre rempli d'eau, dans lequel arrive une seule électrode. L'appareil de Tesla est disposé de façon que la personne éprouve une sensation du courant assez distincte. Le verre est ensuite mis en communication avec le sol; la sensation du courant *cesse presque complètement.*

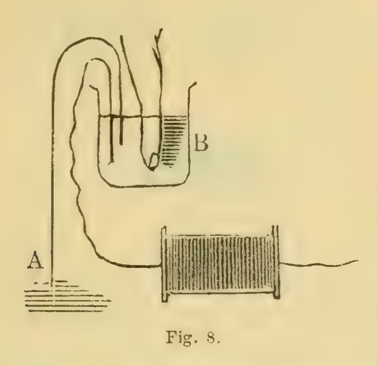


Fig. 8.

Le phénomène se produit de la même manière que la personne soit ou non isolée.

Dans le cas, dans lequel le verre B est isolé, la personne est portée à des potentiels rapidement alternants, qui produisent en elle la sensation dont nous venons de parler. Mais quand le verre, au moyen du rhéophore A, est mis en communication avec le sol, l'électricité se disperse presque toute dans le sol, c'est-à-dire la personne est presque maintenue au potentiel zéro, ou à des variations si faibles, que celles-ci ne sont pas capables de provoquer la sensation.

C'est un cas analogue au second cas du chapitre précédent, et il sert à l'élucider.

2me *cas.* — La personne se trouve isolée sur un tabouret et plonge un doigt dans le verre C. L'appareil de Tesla est réglé de façon que la personne éprouve une

certaine sensation. Elle introduit ensuite un doigt de l'autre main dans le verre B. La sensation *augmente* un peu, mais assez faiblement.

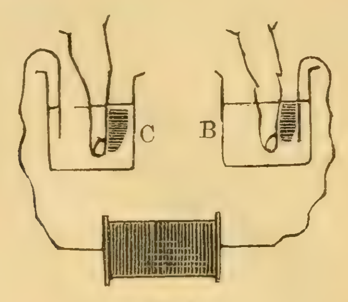


Fig. 9.

Il fallait s'attendre à ce résultat, car quand les deux doigts sont plongés dans les deux verres, les courants de Tesla traversent la personne ; mais le phénomène est un peu différent si la personne est isolée, ou si elle est en communication avec le sol. Le courant qui traverse le corps, quand on est isolé, est plus intense que quand on est en communication avec le sol, parce que dans ce dernier cas une partie de l'électricité est dispersée dans le sol, et par suite l'effet qui en résulte est plus faible.

3me cas. — La *personne n'est plus isolée*, mais se trouve en communication avec le sol, et on répète l'expérience précédente, c'est-à-dire on introduit un doigt dans le verre C ; en plongeant ensuite un doigt de l'autre main dans le second verre, la *sensation diminue de beaucoup.*

Quand seulement le verre C est mis en communication avec la terre, celle-ci produit l'effet d'une grande capacité ajoutée au rhéophore qui arrive en C, ce qui diminue le nombre des oscillations du courant du transformateur. Mais quand ensuite on met encore B en communication

avec le sol, alors celui-ci produit surtout l'effet d'établir la communication entre C et B, et non l'effet de former une capacité ajoutée aux deux rhéophores. C'est un cas analogue à celui que nous avons représenté dans l'observation au cinquième cas du chapitre précédent. Les expériences que je viens de rapporter servent à élucider les 4me et 5me cas du chapitre précédent, et on obtient une explication encore plus confirmative de ces deux cas par l'expérience suivante.

4me cas. — La personne est isolée et tient un doigt plongé dans chacun des deux verres ; elle se met ensuite en communication avec le sol (en descendant par exemple du tabouret isolant au sol) ; la sensation *augmente*. Mais l'augmentation de sensation est bien plus prononcée, quand on tient un doigt dans un verre, auquel arrive une seule électrode, et on établit ensuite la communication de la personne avec le sol.

Les deux expériences sont parfaitement d'accord avec ce que nous avons vu plus haut. En effet en réunissant avec le sol la personne qui se trouve en communication avec les deux rhéophores du transformateur, il faut s'attendre à obtenir dans cette personne une augmentation de sensation, comme il a été expliqué en parlant du premier cas du chapitre précédent. Mais quand la personne est en relation avec un seul verre, et nous la mettons ensuite en communication avec le sol, nous augmentons la capacité de l'électrode relative, c'est-à-dire nous produisons une diminution du nombre des oscillations du courant de Tesla. Nous aurons alors comme effet une sensation plus prononcée de celle qu'on éprouve quand la personne est réunie aux deux électrodes, car dans ce cas l'union avec la terre sert surtout à introduire celle-ci

comme conductrice de communication entre les deux électrodes.

Conclusions.

Toutes ces expériences, outre l'importance qu'elles ont pour les phénomènes auxquels elles se rapportent, montrent de quelles précautions il faut que le biologiste s'entoure, en travaillant avec des courants à haute fréquence. En effet nous voyons, par ces expériences, de combien les phénomènes peuvent être changés par des circonstances qui seraient négligeables s'il s'agissait de courants ordinaires.

Il est donc à conseiller que l'on décrive toujours avec exactitude toutes les conditions dans lesquelles on a expérimenté, si l'on veut obtenir que les faits observés puissent être coordonnés avec les autres dont on prend peu à peu connaissance.

LES
VARIATIONS DE LONGUEUR DES GLACIERS
DANS LES RÉGIONS ARCTIQUES ET BORÉALES

PAR

Charles RABOT

(Suite [1].)

II.

Observations sur les variations de longueur des glaciers du Spitsberg.

I. TERRE DU NORD-EST

Inlandsis.

Glacier à l'extrémité supérieure de la baie Wahlenberg.

En juin 1873, ce courant paraissait en crue, d'après l'observation suivante de A.-E. Nordenskiöld :

« Au fond de la baie de Wahlenberg, l'*inlandsis* ne se termine pas par un escarpement abrupt, mais par une pente douce qui n'est interrompue par aucun ressaut et par aucune crevasse. Près de l'extrémité supérieure de la baie, à une altitude de 280 m., émergent de la glace quelques pointements de granit très peu élevés ; plus loin, nous voyons des moraines étendues, hautes de 45 m., formées

[1] Voir *Archives*, avril 1899, p. 359.

d'argile et de graviers à angles saillants. Suivant toute vraisemblance, ces moraines ont été *soulevées* par le glacier, et son front, loin de se retirer, progresse [1]. »

II. TERRE DE BARENTS (COTE OUEST)

Glacier Duckwitz.

En retrait, en 1870, d'après Th. von Heuglin.

« Sur tout le pourtour de son front, le glacier Duckwitz a élevé un moraine qui le dérobe à la vue, lorsqu'on passe devant en canot. Cette moraine est un énorme monceau de débris, découpé par des ravins qui débouchent vers la mer. Dans ces dépressions, la stratification de la moraine devient très apparente..... Ses couches s'étendent parallèlement à la côte, inclinées, à mon estime, de dix ou vingt degrés vers l'est, c'est-à-dire vers le glacier..... La surface des strates composées de graviers et de glace n'est pas partout complètement plane, et forme des ondulations en différent endroits. Le glacier doit être actuellement en retrait marqué, à moins que, pressé par la moraine qu'il a construite, il ne se soit détourné vers le sud-ouest. Dans cette direction il s'abaisse vers un ravin d'où sort un large torrent [2]. »

III. ILE D'EDGE OU STANS FORELAND

1° *Deevie Bay* (Deicrowes sound).

Une observation faite par Lamont, en 1859, indique à cette date une décroissance dans cette région.

[1] F. R. Kjellman. *Svenska Polar-Expeditionen år 1872-1873 under ledning af A. E. Nordenskiöld*. Stockholm, 1875, p. 302.

[2] Heuglin. *Reisen nach dem Nordpolarmeer in den Jahren 1870 und 1871*. Braunschweig. Westermann, 1872, I, p. 223.

« L'un des glaciers de cette baie, rapporte ce voyageur, possède une curieuse moraine, située, en avant de son front, comme un brise-lame. Cette moraine, formée exclusivement de terre et de boue, est longue de trois à quatre milles, large de 2 à 400 yards (182 à 364 m.), et haute de 20 à 30 pieds (5,80 m. à 8,70 m.). Le glacier ne semble pas avoir été en contact avec elle depuis bien des années, car, depuis longtemps, le sol ne paraît pas avoir été bouleversé ; de plus, des mousses et des saxifrages ont commencé à s'établir sur ce terrain. Cette moraine, distante du glacier d'environ deux milles, en est séparée par une lagune[1]. »

Lamont découvrit sur cette formation différents mollusques : *Astarte borealis* var. *semisulcata*, *A. compressa* Mont var. *striata*, *Mya truncata* var. *Uddevallensis*.

Pour que cette plage ait pu se constituer, évidemment le glacier a dû pendant longtemps être en recul.

2° *Glacier du Roi Jean.*

D'après Lamont, ce glacier offrait, en 1859, l'aspect suivant :

« Le front de ce glacier dessine trois convexités tournées vers la mer. Il fait, semble-t-il, une saillie d'environ trois à quatre milles en dehors de la ligne de côte. On n'aperçoit aucune moraine frontale ; il existe simplement devant ce courant un banc s'étendant jusqu'à quinze milles au large. Profondeur moyenne : 15 *fathoms* (27 m.)

[1] J. Lamont. *Notes about Spitzbergen in 1859.* (Quart. Journ. Geol. Society Journal. Londres 1860, XVI, p. 431).

environ, avec fond de boue]. La hauteur de l'escarpement de glace au-dessus de la mer varie de vingt à deux cents pieds (5,80 m. à 58 m.).[1] » Le vêlage était très intense et très abondant[2].

A cette date, des marins, qui, depuis vingt ans, fréquentaient ces parages, affirmèrent à M. Lamont avoir toujours vu ce glacier dans la même situation et dans le même état[3].

Donc, de 1839 à 1859, en état de crue ou de maximum stationnaire, suivant toute probabilité.

IV. TERRE DU ROI CHARLES

A. Svenska Forland

Aucune observation.

B. Ile du Roi Charles

L'existence d'un « glacier mort »[4] sur les pentes du Mont Tordenskjold semble indiquer une décroissance de la glaciation.

[1] J. Lamont. *Ibid.* p. 429.

[2] J. Lamont. *Ibid.* p. 430.

[3] Lamont. *Yachting in the Arctic. Seas.* Londres, 1876.

[4] On donne le nom de « glacier mort » à un amas de glace entièrement recouvert de débris morainiques et qui n'est plus alimenté par les nevés supérieurs. Sous ce revêtement de matériaux, et grâce au climat rigoureux des régions arctiques, la glace se conserve indéfiniment et devient fossile.

V. SPITSBERG OCCIDENTAL

A. Massif du nord ouest et îles voisines

a. Côte septentrionale.

I. Foul Bay.

1° *Grand glacier du fond de la baie.*

Au mois d'août 1872, ce courant présentait, d'après Kjellman, l'aspect suivant :

« L'extrémité supérieure de cette baie est occupée par un puissant glacier chargé de moraines latérales et médianes extraordinairement puissantes. Ce courant produit la canonnade que nous entendons et les blocs de toutes tailles qui flottent à la surface bleue de la mer et au milieu desquels passe notre canot vigoureusement ramé. Lorsque nous approchons du front, il semble que nous soyons dans le voisinage d'une batterie électrique que l'on est en train de décharger. Sans cesse des crépitements se font entendre, et, à chaque instant, pour ainsi dire, nous nous attendons à apercevoir la lueur d'étincelles électriques[1]. »

L'intensité du *vélage* lors du passage de M. Kjellman paraît dénoter un état de crue.

A la fin d'août 1892, Gustaf Nordenskiöld visita ce glacier. Sa relation ne fournit aucune indication sur la position de son front, non plus que sur le *vélage*. Elle renferme simplement un panorama photographique[2]

[1] F. R. Kjellman. *Loc. cit.* p. 78.

[2] G. Nordenskiöld. Planche III. in *Loc. cit.*

executé d'un îlot de l'intérieur de la baie. La comparaison de ce document à la vue photographique[1] prise, en 1872, par le Dr Envall, le compagnon du Dr Kjellman, semble indiquer un retrait du glacier. Sur la photographie de G. Nordenskiöld apparaissent deux longs îlots morainiques qui ne sont pas visibles sur le panorama du Dr Envall.

2° *Glacier alpin* (local?) *débouchant à l'est du grand glacier.*

Sur le panorama du Dr Envall (1872), son front se termine sur la mer par une haute falaise de glace et entoure presque le pied de l'arête rocheuse qui le flanque au nord. En 1892, cette dernière partie du glacier avait disparu et la base de l'arête était complètement dégagée; la haute paroi cristalline terminale s'était affaissée et laissait apercevoir au niveau de l'eau des parties rocheuses auparavant invisibles[2].

De 1872 à 1892 une décroissance a donc affecté ce glacier.

II. Fairhavn.

Glacier ouest situé sur le continent[3].

En août 1872, d'après Kjellman, il se terminait par une paroi, haute de trente à quarante pieds (9 à 12 m.)[4], et paraissait en retrait[5].

[1] Ce panorama se trouve reproduit en lithographie dans : F. R. Kjellman, *Loc. cit.*, p. 80.

[2] Voir Planche III. in G. Nordenskiöld, *Loc. cit.*

[3] Glacier immédiatement à l'est du *botn* taché de neige rouge situé le plus à l'ouest sur le panorama pris de l'Observatoire de Sabine par Gustaf Nordenskiöld, *Loc. cit.* pl. IV.

[4] Kjellman. *Loc. cit.* p. 54.

[5] *Ibid.* p. 57.

b. Côte occidentale.

I. Smeerenburg.

Sur la rive orientale débouchent cinq glaciers : ceux de Kennedy, du Fram, de Sallström [1], de la Princesse Alice [2] et, à l'angle sud-est de la baie, un très grand courant.

1° *Glacier du Fram*.

En 1773, lors du voyage de Phipps, il présentait une paroi haute de 300 pieds (100^m) au-dessus de la mer [3], et « fréquemment il s'en détachait de gros glaçons [4]. » Au niveau de l'eau son front était percé d'une grotte [5].

En 1818, cette grotte subsistait toujours [6].

En 1896, d'après la carte de Strindberg, le courant

[1] Voir *Karta öfver Amsterdamön med omgifningar efter mätningar under Andrée's polarexpeditionen* 1896 *af N. Ekholm och N. Strindberg, utarbetad af N. Strindberg,* 40,000°. in *Ymer*, 1897, I, Stockholm.

[2] Ce glacier, dont le nom est destiné à rappeler la visite du Yatch du Prince de Monaco au Spitsberg est situé immédiatement au sud de celui de Sallström.

[3] Le courant auquel s'applique la description de Phipps est situé juste en face la Pointe des Hollandais (Hollandarudden, de la carte de Strindberg), où le marin anglais fit ses observations de pendule. Ce ne peut donc être que le glacier du Fram. Comparer la carte de Phipps (Pl. 8 de l'ouvrage cité à la note suivante) à celle de Strindberg.

[4] C.-J. Phipps. *A voyage towards the North Pole*. Londres, 1774, p. 70.

[5] Voir Pl. 7 de C.-J. Phipps, *Loc. cit.* p. 70.

[6] F.-W. Beechey. *A voyage of discovery towards the North Pole performed in His Majesty's ships* Dorothea *and* Trent *under the command of* Captain David Buchan. Londres, 1843, p. 154.

dessinait une saillie légèrement proéminente en mer, et dans le voisinage immédiat de son extrémité inférieure, atteignait une hauteur de 63 mètres au-dessus du fjord.

De 1773 à 1818, le glacier du Fram semble donc être resté stationnaire; depuis, son épaisseur aurait diminué, si la mesure de Phipps est exacte.

2° *Glacier de la Princesse Alice* (Glacier imparfait.)

En août 1898, le front rongé par la mer était découpé par une profonde concavité. Au sud-est de cette indentation deux amorces de moraines indiquaient une ancienne extension de ce courant.

(Photographie exécutée par S. A. S. le Prince de Monaco (1898)[1].

Sur les glaciers de la baie de Smeerenburg la relation de l'expédition Lerner-Rüdiger due au commandant Rüdiger renferme l'observation suivante.

« Un grand nombre de petits glaciers, qui ne sont pas très larges, débouchent en mer. Avec quelle rapidité ils avancent, les cartes dont la configuration générale a été établie en 1818 le montrent. Sur ces cartes tous les petits glaciers de la côte du Spitsberg descendent dans des baies dont la concavité est très nettement accusée. Aujourd'hui, ces courants ont progressé et rempli complètement toutes ces inflexions du rivage[2] »

M. Rüdiger n'indique pas quels glaciers concerne son observation. Or, la carte de l'île d'Amsterdam levée par

[1] Reproduite *in :* S. A. S. le prince Albert Ier de Monaco. *Exploration océanographique aux régions polaires.* (Bulletin du Museum d'Histoire Naturelle. Année 1899 n° 1, p. 9 Paris).

[2] Rüdiger. *Allgemeines über den Verlauf der Expedition nach dem europaïschen Nord meer am Bord des Dampfers* Helgoland. (*Verhandlungen der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin*, XXV, 1898, 8 et 9 p. 437.)

Strindberg (*Karta öfver Amsterdamön* etc in *Ymer*, 1897, I.) figure de petites baies creusées dans le front des glaciers de Kennedy et de Sallström; seul le glacier du Fram atteint la ligne de la côte et présente un front convexe. L'observation du commandant Rüdiger ne doit donc être acceptée que sous réserve, à moins que la progression ne se soit produite depuis 1896.

II. Ile d'Amsterdam.

Glacier Anna. (Glacier local.)

En 1861, ce glacier débouchait dans un lac séparé de la mer par une étroite digue qui présentait les apparences d'une ancienne moraine [1]. Depuis, la situation n'a pas changé, d'après les observations de N. Strindberg [2] (1896) et du Dr Richard (1898.)

III. Baie de la Madelaine. (Magdalena Bay [A.])

D'après la carte de l'hydrographie anglaise (Spitzbergen, N° 2751), quatre glaciers descendent dans cette baie. Ce sont, sur la rive sud, le glacier d'Adam (*Adams Glacier*) (Glacier de l'Entrée, de l'expédition de la *Recherche*), le glacier du Ravin (*Gully Glacier*) (Glacier de la Pointe aux Tombeaux). le glacier suspendu (*Hanging glacier*), et, au fond du mouillage, le Waggon-way glacier (glacier du fond de la baie, de l'expédition de la *Recherche.*)

Cette baie a été relevée en 1818 par l'expédition an-

[1] Chydenius. *Svenska expeditionen till Spitsbergen år 1861 under ledning af Otto Torell*, 1865, Stockholm p. 336.

[2] *Karta öfver Amsterdamön*, etc.

glaise commandée par Buchan (*Magdalena Bay and the South Gat.* Carton de la carte Spitzbergen, N° 2751), et, en 1839, par l'expédition française de la *Recherche.* (N° 929, de l'hydrographie française.)

En 1818, le front du Waggon-way glacier se trouvait à 2600 mètres, en ligne droite, dans l'est de la saillie est du Burial ground (Pointe aux Tombeaux, de la carte française), voisine de la côte bathymétrique : 14; en 1839, cette distance était réduite à 1852 mètres [1].

Donc, de 1818 à 1839, crue du Waggon-way glacier.

IV. Les sept Glaciers (Seven Ice-Mountains [A]; Sju Isfjällen des cartes suédoises.)

Ces glaciers débouchent directement sur la côte entre le Mock Hook et la Hamburger Bay. Chacun d'eux aurait une largeur de deux milles marins, d'après Charles Martins (1839).

En 1892, les glaciers 1 et 2 [2] se terminaient par des escarpements sur le bord de la plage ; le N° 3, séparé de la mer par un assez grand espace, présentait une pente assez régulière, chargée de graviers, tandis que le N° 4 formait une légère saillie en mer [3].

En 1818, Latta a exploré le glacier le plus méridional, semble-t-il (le N° 1 de Hamberg). A cette date, « son extrémité, constituée par un mur de glace haut de deux

[1] *Voyages en Scandinavie, en Laponie, au Spitzberg et aux Feröe pendant les années 1838, 1839, 1841, sur la corvette la Recherche.* Atlas de Physique. Plan du glacier du fond de la baie de la Madelaine.

[2] Les numéros vont du sud au nord.

[3] A. Hamberg. *En resa till norra Ishafvet sommaren 1892 företagen med understäd af Vegastipendiet.* in *Ymer,* 1894, I, p. 38.

cents pieds (70^{m}) environ, s'arrêtait sur le bord de la mer et était lavée par les vagues [1].

Donc, de 1818 à 1892, le courant le plus méridional des sept Glaciers paraît être demeuré stationnaire.

V. Kingsbay.

1° *Kings'glacier* [2].

Le 27 juillet 1837, le naturaliste suédois S. Loven examina ce glacier. « Nous nous dirigeâmes, écrit-il dans son journal [3], vers la petite île la plus éloignée dans l'intérieur de la baie. Sur le point où nous débarquâmes, du côté de l'ouverture de la baie, elle était basse, mais plus loin s'élevait peu à peu, toute verdoyante de mousses et de touffes serrées de *Dryas octopetala*. Avançant vers l'autre versant, je me trouvai devant un paysage tout à fait extraordinaire. Sur le rivage faisant face au fond de la baie et au glacier apparaissait un groupe de petits monticules présentant la silhouette la plus hardie. Ils se dressaient en murs escarpés ou en pointes aiguës, dessinant des crêtes étroites, ayant les aspects les plus variés. Ces Alpes en miniature, hautes de trente à quarante pieds, renfermaient dans toutes leurs vallées des lacs ; l'absence de végétation indiquait que la formation était toute

[1] Latta. *Observations on the glaciers and climate of Spitzbergen made during a visit to that island*, in *Edinburgh New Philosophical Journal*, vol. III. oct. 1826 à août 1827.

[2] *Central Spitsbergen by Sir Martin Conway.* (Sir Martin Conway, *With Ski and Sledges over arctic glaciers*, Londres 1898. Dent.)

[3] Reproduit dans Chydenius, *Loc. cit.* p. 363.

récente. Le sable, fin et de couleur brune, contenait un grand nombre de pierres de différente nature, les unes à angles saillants, les autres arrondies ; plus haut, se montraient des blocs d'un pied cubique. Il fut facile de trouver un point d'où j'avais, comme premier plan, une vallée ouverte entre ces monticules de sable désolés et d'où je découvrais plus loin le grand glacier, au delà du fjord qui était large de mille pieds. »

En août 1861, l'expédition de Torell visita la Kings Bay. Sa relation [1] ne renferme aucune indication sur la situation du glacier à cette date. Une mauvaise lithographie [2], jointe à cet ouvrage, représente trois îlots morainiques à une faible distance du front du glacier.

Pendant le mois d'août 1897, Sir Martin Conway explora le King's glacier. « Quel changement s'est produit, écrit-il, depuis la visite du professeur Sven Lovén en 1837, le premier naturaliste qui ait examiné cette partie du Spitsberg. L'île qu'il décrit si minutueusement avec ses Alpes en miniature et ses moraines était alors séparée du glacier par un chenal de mille pieds ; maintenant la glace l'a entourée complètement et recouvert le sol que ce voyageur a foulé. Le glacier avait déjà envahi cette île avant la visite de Nordenskiöld [3] en

[1] Chydenius, *Loc. cit.*, p. 362.

[2] Tre Kronor i Kingsbay. Hors texte entre les pages 360 et 361 *in* Chydenius *Loc. cit.*

[3] Sir Martin Conway commet ici une erreur. L'expédition suédoise de 1861, commandée par O. Torell, opéra, divisée en deux escouades. L'une, composée de Torell, d'A.-E. Nordenskiöld, montée sur la goëlette, *Aeolus*, explora la côte nord du Spitsberg, tandis que la seconde, embarquée sur le sloop *Magdalena* et composée de Blomstrand et et de Duner, visita la côte ouest, notamment la King's Bay.

1861 ; depuis lors aucun changement important n'est survenu [1].»

Les merveilleuses photographies exécutées par M. Garnwood, le compagnon de Sir Martin Conway, montrent, en effet, que les îlots morainiques représentés sur la lithographie de 1861 sont toujours à découvert.

De ces différentes observations, il résulte qu'antérieurement à 1837 s'était produit une crue dont l'extension était marquée par l'îlot morainique visité par Lovén. Cette crue a été suivie d'une phase de décroissance dont l'amplitude ne dépassait pas, en 1837, trois cents et quelques mètres. La présence de végétaux sur le versant ouest de la moraine indique que le début de cette retraite remontait à plusieurs années. Postérieurement à 1837 s'est produit un allongement du glacier, qui a persisté jusqu'à nos jours.

2. *Névés de Lovén* (glaciers imparfaits.)

(Sur la rive méridionale de la King's Bay).

En 1892, d'après A. Hamberg, ces névés étaient en état de maximum ou stationnaires.

« Les nombreuses inclusions de graviers dans l'épaisseur des névés, rapporte ce voyageur, donnent naissance à d'importantes moraines frontales, hautes de six à huit mètres. Comme les névés paraissent en voie plutôt d'augmentation que de diminution, elles sont situées tout près de leur front. Seul, le plus occidental de ces amas glaciaires s'est retiré, et, comme la carte [2] l'indique,

[1] Sir Martin Conway. *With Ski and Sledges...* p. 138.

[2] *Kartskiss föver Lovens névéer vid Kingsbay på Spetsbergen.* 1/50000. in *Ymer*, 1894. I. Stockholm.

a abandonné de grosses moraines frontales affectant la forme d'*åsar*. L'un d'elles avait une hauteur de pas moins de 75 mètres. Le névé s'élevait sur le flanc de ce monticule, presque jusqu'à son sommet, disposition qui paraissait indiquer qu'il était de nouveau en voie de progression [1]. »

c. Côte occidentale de l'Ice fiord.

D'après M. A. E. Nordenskiöld, « la comparaison des anciennes cartes hollandaises avec la configuration actuelle paraît démontrer que la mer de glace sur la côte nord de l'Ice sound (Ice fiord) remplissait jadis tout le bras du fjord, nommé North sound, et que depuis le glacier s'est considérablement retiré. Il est, d'autre part, difficile d'expliquer comment l'Ice sound, le second fjord du Spitsberg en étendue, est representé comme très étroit sur ces cartes. Ces documents ne figurent pas la branche nord de ce fjord, tandis qu'ils en dessinent la rive sud, sinon exactement, du moins d'une manière reconnaissable [2]. »

Plus loin, je discuterai la vraisemblance de cette observation.

North fiord (North sound).

[1] A. Hamberg. *En resa till Ishafvet sommaren 1892 företagen med understäd af Vegastipendiet.* in *Ymer*, 1894, I, p. 48. Stockholm.

[2] A.-E. Nordenskiöld. *Sketch of the geology of Ice sound and Bell sound Spitzbergen.* in : *Geological Magazin*, Dec. II, vol. III, 1876 n. p. 19.

1° *Glacier au fond de l'Ekman Bay, entre le Capitole et le Colysée.*

Le 9 août 1868, ce courant reculait.

« L'extrémité supérieure de la branche occidentale du Northfiord est occupée par un glacier en retrait devant lequel la mer est si peu profonde que l'on ne peut y passer en canot et qu'à marée basse de notables étendues de ce banc assèchent[1]. »

2° *Glacier Sefström.* (Splendid Glacier de M. Trevor-Battye).

Le plus ancien renseignement est du 29 août 1882.

« Dans ces derniers temps, observe à cette date le baron de Geer, ce glacier s'est notablement retiré, à en juger par les moraines qu'il a abandonnées sur le rivage et par d'autres qui émergent comme des îles au milieu du fjord[2]. »

Ultérieurement il a subi une crue considérable, comme le prouvent les observations suivantes de ce même voyageur et de M. Trevor-Battye en 1896.

« Le grand glacier de Sefström a éprouvé, écrit le baron de Geer[3], un allongement absolument étonnant,

[1] Th. M. Fries och C Nyström. *Svenska Polar-Expeditionen år 1868. Reseskizzer.* Stockholm, 1869, p. 94.

[2] A.-G. Nathorst. *Redogörelse för den tillsammans med G. de Geer år 1882 företagna geologiska expeditionen till Spetsbergen.* in *Bihang till K. Svenska Vet-Akad. Handlingar,* IX, n° 2, Stokholm, 1884, p.   .

[3] G. de Geer. *Rapport om den svenska geologiska expeditionen till Isfjorden på Spetsbergen sommaren 1896.* in *Ymer.* 1896, IV, p. 265.

qui, cependant, paraît arrêté par la fusion. Son front escarpé s'est allongé à travers le fjord d'environ quatre kilomètres, jusqu'à la grande île; à l'époque de son maximum, il n'était séparé de la rive orientale de la baie que par une distance de près d'un kilomètre. L'extrémité supérieure de la baie d'Ekman a donc été sur le point d'être transformée en lac par un barrage de glace[1]. »

La même année, M. Trevor-Battye a visité ce glacier : « Ce courant, écrit-il, tend maintenant à s'écouler vers l'est. Par suite de ce changement de direction, la moraine frontale est devenue une moraine latérale. L'ancienne moraine est recouverte en partie par la mince lèvre terminale du glacier et les débris qui se trouvent sur son front tombent latéralement[2].....

« A 200 *yards* (182^m) du front ouest du glacier baigné par la mer, on voit une petite île sur laquelle je débarquai; elle forme une partie de la moraine... La carte de l'Amirauté anglaise indique une grande île dans le nord de la baie Ekman. En vain, je la cherchais ; elle avait disparu[3]. Le Splendid glacier avance rapidement. Actuellement il présente sur la mer trois fronts vers le sud-ouest, le sud-est et l'est. Sur ces deux dernières faces, le courant s'élève en formidables seracs. Toute la portion de la baie à l'ouest de la grande île marquée sur la carte comme existant, il n'y a pas vingt ans, est maintenant

[1] D'après Trevor-Battye, une ligne de rivage formée à l'époque où le glacier fermait presque la baie Ekmann et où ce barrage en élevait le niveau, se rencontre au pied du Colysée (Colosseum). (*The first Crossing of Spitsbergen*, p. 250.)

[2] Sir William Martin Conway. *The first Crossing of Spitsbergen*. p. 242.

[3] *Ibid*. p. 243.

remplie par le glacier. Plus de la moitié de l'île est recouverte. Sans pousser aucune moraine et aucune boue, sans décolorer la roche, la masse de glace avance et les grands seracs ne sont séparés des fleurs et du gazon que par le ruisseau auxquel ils donnent naissance [1]. »

Donc antérieurement à 1882, le glacier de Sefström a été en retraite, puis, entre 1882 et 1896, s'est produit une crue énorme. A l'époque du maximum, l'allongement a atteint environ six kilomètres [2]. En 1896, d'après le baron de Geer, il était de nouveau entré en décroissance ; suivant M. Trevor-Battye, la crue semblait, au contraire, continuer.

B. Massif du Nord-Est

a. Inlandsis du Nieuw Friesland.

I. Lomme Bay.

Glacier du Vétéran.

Largeur : 2500m. Epaisseur de son front : 50m (Chydenius, 1861).

En 1861, en décroissance. « A cette époque, écrit Chy-

[1] Sir William Martin Conway. *The first Crossing of Spitsbergen,* p. 250.

[2] M. de Geer évalue la distance du front de 1882 à la grande île à 4 kilomètres. A cette longueur pour obtenir l'amplitude totale de la crue, on doit, d'après l'indication de ce naturaliste, ajouter la distance de l'île à la côte orientale de la baie Ekmann diminuée d'un kilomètre. Faute de documents, cette dernière distance ne peut être indiquée avec précision. D'après la carte hydrographique anglaise, elle serait d'un mille marin (1852m), d'un mille et demi, d'après les levers de Sir Martin Conway, in *With ski and sledge over arctic glaciers.*

denius, il n'atteignait pas le niveau de la mer et était entouré, sur les côtés comme sur son front, par de puissantes moraines entassées sur la grève, large de 180 m. à marée haute et du double à basse mer. En approchant on voit que le glacier a eu jadis une beaucoup plus grande extension ; l'intervalle entre son pied et la mer est, en effet, occupé par une série de moraines perpendiculaires à la direction de la vallée et toutes semblables à celle actuellement en formation [1]. »

II. Wiide Bay.

Glacier au sud de l'Aldert Dirkses Bay.

« Sur son front nord, écrit Chydenius, ce glacier forme une protubérance à pentes régulières portant à son extrémité des pierres et des graviers. En avant de sa pointe la plus extrême, le dépôt de ces matériaux a peu à peu constitué une langue de terre assez proéminente. Dans cette région les crevasses ne sont pas nombreuses ; elles sont, au contraire, très fréquentes dans la partie sud du glacier, beaucoup plus importante, qui forme, au-dessus de la mer, un mur à pic de 200 pieds (50^m). » [2] Juin 1861.

Cette description est accompagnée d'une lithographie. (p. 311).

L'examen d'une photographie prise par Sir Martin Conway, le 9 août 1896, montre que, de 1861 à 1896, ce glacier n'a subi aucun changement appréciable.

[1] Chydenius, *Loc. cit.* p. 287.

[2] Chydenius, *Loc. cit.* p. 313.

b. Terre Dickson.

I. Dickson Bay.

Glacier de la rive gauche de la vallée débouchant au fond de la Dickson Bay.[1]

Sur la carte de cette région, levée en 1882, par le lieutenant Stjernspetz[2], le front de ce glacier est représenté comme sortant complètement de la gorge dans laquelle il se meut et s'étalant largement dans la vallée principale jusqu'à 400 mètres de la rivière débouchant au fond de la Dickson Bay. La carte exécutée, en 1896, par Sir Martin Conway [3] figure, au contraire, l'extrémité de ce glacier comme s'arrêtant à 5556 m. du torrent et ne dépassant pas l'orifice de la gorge.

De 1882 à 1897, un retrait semble donc s'être produit.

II. Klaas Billen Bay.

Glacier situé au fond d'une vallée débouchant à l'extrémité nord-est de la baie.

De 1870 à 1882 stationnaire.

« Il était intéressant de remarquer, écrit M. A.-G.

[1] Premier glacier latéral à partir de celui occupant le fond de la vallée principale, à l'est du Vardberg.

[2] Carte de Dicksonbay au Spitzberg (*Exploration internationale des régions polaires, 1882-1883. Observations faites au Cap Thordsen Spitzberg par l'expédition suédoise, publiées par l'Académie Royale des Sciences de Suède.* Stockholm, 1891, T. I. 2).

[3] *Central Spitzbergen by Sir Martin Conway.* (*With Ski and sledges over arctic glaciers.*)

Nathorst en 1882, que ce glacier paraissait s'étendre précisément jusqu'au point qu'il occupait lors de ma précédente visite en 1870[1]. »

III. Wiide Bay.

La carte de Giles et d'Outer Rip, publiée par Gerard Van Keulen (1707), représente, sur le promontoire séparant les deux bifurcations extrêmes de cette baie, un grand glacier descendant jusqu'à la mer avec la légende : *Groote Ysberg*[2].

Actuellement, tout au moins sur la carte de cette baie dressée par Sir Martin Conway[3], il n'existe en ce point aucun courant de glace. A l'extrémité supérieure de la Wiide bay, on ne rencontrerait aujourd'hui de glacier débouchant en mer qu'au fond du fjord de l'est. (East fiord).

Si une expédition venait à visiter cette région, ses recherches devraient porter sur cette localité, afin d'examiner si on n'y trouve pas d'anciennes moraines indiquant l'existence d'un glacier à une époque récente.

Je dois faire observer que la carte de Giles et d'Outer Rip représente la Wiide bay assez exactement. Elle dessine les deux embranchements de la partie supérieure du fjord et les trois glaciers provenant de l'*inlandsis* de la

[1] A.-G. Nathorst, *Redogörelse för den tillsammans med G. de Geer år 1882 företagna geologiska expeditionen till Spetsbergen*. p. 45.

[2] *Ysberg* : glacier. Ce terme est encore employé dans ce sens par Scoresby.

[3] *Sketch map of the mountains along the shores of Wijdebay*, in *The first Crossing of Spitsbergen*, p. 292

Nieuw Friesland qui arrivent jusqu'à la mer sur la côte est, au sud de l'Aldert Dirkses bay (*Eerste, Tweede, Deerde Ysberg*).

c. Terre Bünsow.

Glacier Bruce[1].

Affluent le plus méridional du Glacier Von Post sur la rive droite.

Sur la carte de la Temple Bay[2], dressée en 1882 avec la plus grande exactitude par le professeur A.-G. Nathorst, ce glacier se termine à environ 800 m. du fjord; il est précédé d'une moraine frontale d'où sort un torrent et séparé du glacier von Post par une moraine latérale.

Des photographies prises en août 1898 par S. A. S. le Prince de Monaco montrent que ce courant a singulièrement progressé depuis 1882. Actuellement il atteint le fjord au-dessus duquel il présente un front escarpé, et, sur sa rive gauche, se confond avec le glacier von Post. Dans sa marche en avant il a repoussé ses moraines sur son flanc droit où elles forment un monticule très proéminent.

Le glacier Bruce paraît être stationnaire en état de crue depuis plusieurs années. Un croquis de la rive nord-ouest de la Temple Bay que j'ai pris en août 1892, de l'entrée de la Sassendal, montre que, dès cette époque, il atteignait le fjord ou tout au moins en était très pro-

[1] Nom donné par le Dr Richard en l'honneur de M. Bruce le naturaliste écossais bien connu, qui a fait partie de l'expédition de la *Princesse Alice* en 1898.

[2] A.-G. Nathorst. *Kartläggningen af Templebay. Ett bidrag till Spetsbergens geografi.* in *Ymer*, 1883. IV-VI, Stockholm.

che. Une esquisse[1] de la Temple Bay exécutée par M. Victor-H. Gatty[2] en 1894, indique ce glacier comme arrivant à la mer dans sa partie ouest, mais ne joignant pas encore le glacier von Post. En tout cas, dès 1896, d'après une photographie prise par Sir Martin Conway, la position du courant paraît identique à celle observée en 1898 par S. A. S. le Prince de Monaco.

Donc, après avoir été en retrait en 1882, le glacier Bruce a éprouvé une progression de huit cents mètres, et, depuis 1896, peut-être même depuis 1892, est stationnaire dans cet état de crue.

(A suivre.)

[1] Très incorrecte au point de vue de l'orientation.

[2] Victor-H. Gatty, *Ice fiord. Spitzbergen.* in *Alpine Journal.* N° 127. Février 1895, p. 310.

BULLETIN SCIENTIFIQUE

CHIMIE

Revue des travaux faits en Suisse.

W. FEUERSTEIN et ST. VON KOSTANECKI. SUR LA BRÉSILINE (*Berichte*, t. XXXII, p. 1024, Berne).

Les auteurs se sont proposé d'élucider la question de la constitution de la brésiline et ils ont dans ce but étudié spécialement un produit d'oxydation que Schall et Dralle ont déjà obtenu en 1888, et dont la formule correspondait à $C^9H^6O^4$. En voulant établir la structure de ce composé on avait été arrêté par le fait qu'il ne réagissait ni avec l'hydroxylamine, ni avec la phénylhydrazine ; mais comme l'on sait aujourd'hui que les dérivés α et γ pyroniques ne réagissent pas avec ces substances et qu'il existe des dérivés γ pyroniques hydroxylés dans le noyau pyronique (Oxyflavonols) on peut supposer que le produit d'oxydation de la brésiline est une ombelliférone hydroxylée dans le noyau α-pyronique

O
OH
CO
$C^2H(OH)$

ou comme Schall l'a déjà fait observer en 1894 un 3-oxy-phéno-γ-pyronol

O
HO
CH
C(OH)
CO

Les auteurs ont donc préparé à nouveau ce produit d'oxydation et ont soumis son éther diméthylique à l'action de l'alcoolate de sodium ; cette réaction leur a fourni par une scission nette l'*éther diméthylique du fisétol* et de l'*acide formique*, produits qui correspondent bien à ceux que doit donner par dédoublement un 3-oxy-phéno-γ-pyronol. Cette observation permet de préciser davantage la formule proposée par Schall et Dralle pour la brésiline

$$(HO)(OH)C_6H_3-C^4H^4O(C^6H^5O)_2$$

en la décomposant en

$$(HO)(OH)C_6H_3-C^3H^2O \quad \text{et} \quad CH^2(C^6H^5O^2)$$

Le premier de ces constituants est le résidu du 3-oxy-phéno-pyronol tandis que le second possède sans doute une structure analogue à celle de l'acide protocatéchique, Herzig ayant observé qu'en fondant la brésiline avec la soude on obtient cet acide. Il reste donc à savoir comment ces deux résidus sont reliés entre eux et d'après les auteurs il serait possible que ce fût de la manière suivante qui demande du reste à être vérifiée :

O
HO — CH
C(OH)
CH
|
CH²
OH
OH

C. SCHALL. SUR LA CONSTITUTION DE LA BRÉSILINE (*Berichte*, t. XXXII, p. 1045, Zurich).

Dralle et l'auteur ont émis autrefois l'idée que le produit d'oxydation presque incolore de la brésiline qu'ils avaient obtenu pourrait être un dérivé phéno-γ-pyronique

$$(OH)C^6H^3\left\langle\begin{array}{l}CO-C(OH)\\ \qquad\quad\ \ \| \\ O\ -\ CH\end{array}\right.$$

avec la restriction toutefois qu'un dérivé de cette constitution devrait être coloré. Cette restriction est tombée depuis que Kostanecki et Osius ont préparé la 3.4' dioxyflavone

$$(OH)C^6H^3\left\langle\begin{array}{l}CO-CH\\ \qquad\ \ \| \\ O\ -\ C,C^6H^4.OH\end{array}\right.$$

laquelle est aussi presque incolore. Des travaux récents de Gilbody et Perkin montrent que la brésiline renferme un noyau pyrocatéchique. En réunissant ces observations et en admettant en outre que l'union du noyau pyrocatéchique avec le noyau phénopyronique se fait à la position du groupe cétonique de ce dernier, l'auteur arrive à la conclusion que l'on doit avant tout rechercher si la brésiline ne correspond pas à la formule

$$\begin{array}{l}(1)\quad(3)\\ (HO).C^6H^3\\ \qquad\ \ (4)\end{array}\left\langle\begin{array}{l}O-CH\\ \qquad\ \| \\ CH-COH\\ | \\ CH^2-C^6H^3(OH)^2\\ (1)\qquad\qquad (3.4)\end{array}\right.$$

Cette formule est également proposée dans le travail précédent de Feuerstein et Kostanecki dont les recherches ont élucidé la constitution du produit d'oxydation de la brésiline.

ST. VON KOSTANECKI et R. VON SALIS. SUR LA 3.2′ DIOXYFLAVONE (*Berichte*, t. XXXII, p. 1030, Berne).

Les auteurs ont préparé une nouvelle dioxyflavone, la

3-2' dioxyflavone, par la méthode d'Emilewicz et Kostanecki. En condensant l'éthylsalicylaldéhyde avec l'éther monoéthylique de la résacétophénone, ils ont obtenu l'*éther éthylique de la 2-éthoxy-benzalrésacétophénone*

$$C^2H^5O(4)C^6H^3 \left\langle \begin{array}{l} (2)OH \\ (1)\ CO.CH:CH\ (1).C^6H^4(OC^2H^5)\ (2) \end{array} \right.$$

lequel cristallise en prismes F = 125° et dont le *dérivé acétylé* fond à 78-79°. Le *dibromure* de ce dérivé acétylé traité en solution alcoolique par la lessive de potasse concentrée fournit un mélange de diéthoxybenzalcumaranone et de diéthoxyflavone. Cette dernière est assez difficile à purifier, cependant après plusieurs cristallisations dans l'alcool et dans la ligroïne, elle cristallise en prismes blancs, fusibles à 125°. Traitée par l'alcoolate de sodium elle se scinde d'une manière nette en éther monoéthylique de la résacétophénone et en acide salicylique. En faisant bouillir la diéthoxyflavone avec HJ les auteurs ont enfin obtenu la *3-2' dioxyflavone*

O
HO — [cycle] [cycle] CHO — [cycle]
CH
CO

qui cristallise dans l'alcool en aiguilles fines, F = 320° et que H^2SO^4 conc. colore en jaune pur. Elle se dissout dans la lessive de soude également en jaune. Son *dérivé acétylé* cristallise dans l'alcool étendu en aiguilles épaisses, F = 105°.

E. Keller et St. von Kostanecki. Sur la 4'-oxy-α-naphtoflavone (*Berichte*, t. XXXII, p. 1034, Berne).

La *4'-méthoxy-α-naphtoflavone*

$$C^{10}H^6 \left\langle \begin{array}{l} (\alpha)O \diagdown \\ \qquad C.C^6H^4(OCH^3) \ \ (1)\ (4) \\ \qquad CH \\ (\beta)CO \diagup \end{array} \right.$$

a été préparée en partant du 2-anisalacéto-1-naphtol obtenu par l'action de l'aldéhyde anisique sur l'acétonaphtol ; le dibromure du dérivé acétylé de ce produit a été traité en solution alcoolique par la lessive de potasse. La 4'-méthoxy-α-naphtoflavone cristallisée dans l'alcool fond à 181°, elle est colorée en orange par H^2SO^4 conc. ; sa solution dans H^2SO^4 est jaune avec fluorescence verte. Traitée par l'alcoolate de sodium elle est scindée en 2-acéto-1-naphtol et acide anisique. En la faisant bouillir pendant plusieurs heures avec HJ on obtient la *4'-oxy-α-naphtoflavone*

$$C^{10}H^6 \begin{cases} (\alpha)O \diagdown C - C_6H_4 - OH \\ \qquad\qquad\quad \| \\ (\beta)CO \diagup CH \end{cases}$$

qui se présente sous la forme d'aiguilles fines et presque incolores, F = 315-316°. Sa solution dans H^2SO^4 conc. est jaune pâle, avec fluorescence verte; elle se dissout en jaune dans la lessive de soude étendue. Son *dérivé acétylé* cristallise dans l'acide acétique et dans l'alcool en aiguilles blanches, F = 215°.

D. Alperin et St. von Kostanecki. Sur la 2'-éthoxy-α-naphtoflavone (*Berichte*, t. XXXII, p. 1037, Berne).

En faisant réagir l'aldéhyde éthylsalicylique sur le 2-acéto-1-naphtol les auteurs ont obtenu le *2'-éthoxy-2-benzalacéto-1-naphtol*, lequel a été acétylé puis transformé en dibromure. Ce dernier soumis en solution alcoolique à l'action de la lessive de potasse a fourni une naphtoflavone. La méthode d'Emilewicz et Kostanecki pour la préparation des flavones réussit beaucoup mieux d'une manière générale lorsqu'il s'agit des dérivés de l'α-naphtoflavone que pour les flavones elles-mêmes ; on se souvient en effet que dans plusieurs cas on a obtenu au lieu des flavones leurs isomères, les benzalcumaranones. La *2'-éthoxy-α-naphtoflavone*

$$C^{10}H^6 \begin{cases} (\alpha)O \diagdown C-(1)C^6H^4(2)OC^2H^5 \\ \qquad\qquad\quad | \\ (\beta)CO \diagup CH \end{cases}$$

cristallise dans l'alcool en aiguilles jaune pâle, F = 160°. Sa solution dans H^2SO^4 conc. est orange pâle avec une fluorescence verte intense. Bouillie avec l'alcoolate de sodium elle est scindée en acétonaphtol et acide salicylique.

Les auteurs ont en outre condensé le furol avec le 2-acéto-1-naphtol, ils ont obtenu sans difficulté le *2-furalacéto-1-naphtol* F = 121-122° ainsi que son *dérivé acétylé* F = 116-117°, mais par contre la préparation du dibromure a été essayée en vain; il se forme des résines avec dégagement de HBr. F. R.

E. Rieter. Acide sulfureux dans le vin (*Schweiz. Wochensch. Pharm.* 36, p. 41, Zurich).

L'acide sulfureux est en général combiné avec l'aldéhyde dans le vin, dans quelques cas cependant il est combiné avec le sucre.

C. Hartwich. Sur la gomme d'Angra Pequena (*Apoth. Ztg.* 13, p. 182, Zurich).

Trois nouveaux échantillons de cette gomme ont été examinés, ils présentaient une polarisation droite; des parties brunes et opaques, renfermaient un peu d'oxalate de calcium.

R. Kunz-Krause. Action du sodium sur quelques combinaisons cyclées (*Arch. d. Pharm.* 236, p. 542 et 561, Lausanne).

L'action du sodium sur différentes combinaisons cyclées dissoutes dans l'alcool absolu, au point de vue de la coloration caractéristique qui se produit, a été étudiée sur les phénols et les éthers phéniques dans les séries du benzène, de la naphtaline et du styrol, sur les acides de la série du benzène, sur les aldéhydes et acides de la série du styrol, sur la coumarine et dérivés, et les tannoïdes.

COMPTE RENDU DES SÉANCES

DE LA

SOCIÉTÉ DES SCIENCES NATURELLES

DE NEUCHATEL

Séance du 17 juin 1898.

G. Borel. Sur les localisations de la mémoire des signes conventionnels dans le cerveau humain. — Ed. Cornaz. Quelques découvertes intéressantes du capitaine Chaillet dans les genres Epervière et Rose.

M. le Dr G. BOREL parle des localisations de la mémoire dans le cerveau humain, et particulièrement de la mémoire des signes conventionnels. Il décrit un cas intéressant de cécité verbale et démontre sur le cerveau lui-même les lésions qui ont amené cette forme d'anamnésie.

M. le Dr Ed. CORNAZ attire l'attention de la société sur quelques découvertes intéressantes du capitaine Chaillet dans les genres *Epervière* et *Rose*.

Séance publique à Cernier, le 23 juin.

M. de Tribolet. Auguste de Montmollin. — A. Cornaz. Les avantages de la stérilisation du lait. — O. Billeter. L'hydrogène silicié. — M. Du Pasquier. Les moyens mis en œuvre par la nature pour reconstituer le boisement des pâturages. — J. Jeanprêtre. Le rôle de la chimie dans le domaine de l'œnologie. — H. Schardt. Les conditions géologiques des eaux de Cernier. Les sources du Mont de Chamblon.

M. M. DE TRIBOLET lit une notice sur la vie et les travaux d'*Auguste de Montmollin* (voir *Actes de la session de 1898 de la Société helvétique des sciences naturelles,* p. 320).

M. le Dr A. Cornaz parle des *avantages de la stérilisation du lait.*

M. O. Billeter, professeur, décrit comme suit *la préparation et les propriétés de l'hydrogène silicié.*

Depuis que le siliciure de magnésium est devenu un corps facilement accessible, grâce surtout aux publications de Clément Winkler et de Gattermann, j'ai étudié de plus près la préparation de l'hydrogène silicié comme expérience de cours. Jusqu'ici on se contentait sans doute souvent de démontrer la formation de ce gaz spontanément inflammable en projetant du siliciure de magnésium sur de l'acide chlorhydrique ; car le mode de procéder décrit dans les ouvrages de chimie donne des résultats peu satisfaisants. Il consiste, comme on sait, à verser de l'acide chlorhydrique à travers un tube à entonnoir dans un flacon de Woulff à deux tubulures, rempli d'eau et contenant du siliciure de magnésium, et qui communique avec une cuve à eau au moyen d'un large tube de verre passant par la deuxième tubulure. Or, le gaz qui se dégage dans ces conditions se compose d'hydrogène à peu près pur et ne s'enflamme spontanément que lorsque, par la violence de la réaction, des particules de siliciure de magnésium sont entraînées, en même temps qu'un peu d'acide chlorhydrique, jusque dans la cuve à eau, et que la production de gaz se continue à la surface de l'eau. L'inflammation a sans doute lieu grâce au concours de la chaleur de réaction entre le siliciure et l'acide. Mais si l'on modifie l'appareil de manière à accumuler le gaz dans le flacon de Woulff et à ne le laisser pénétrer dans la cuve à eau qu'une fois la réaction terminée, il n'y a généralement plus d'inflammation spontanée.

En cherchant la cause de l'insuccès, j'ai constaté qu'il tient à la concentration de l'acide chlorhydrique. Pour obtenir un gaz suffisamment riche en hydrogène silicié et s'enflammant sûrement, il faut employer de l'acide chlorhydrique concentré.

Dès lors, j'ai modifié le procédé comme suit :

Le siliciure de magnésium est introduit dans une ampoule

en verre mince, complètement fermée, qu'on attache au moyen d'une ficelle à l'extrémité élargie et aplatie d'une forte baguette de verre. Celle-ci est fixée au moyen d'un bouchon dans la tubulure du milieu d'un flacon de Woulff à trois tubulures, de telle manière que l'ampoule se trouve au fond du flacon. Ce flacon communique par la deuxième tubulure avec une cuve à eau au moyen d'un tube à robinet, tandis que la troisième sert à le relier au moyen d'un tuyau en caoutchouc avec la tubulure inférieure d'une tour à dessécher ou un vase analogue. Enfin on remplit le flacon d'acide chlorhydrique concentré cru, dont on verse une quantité suffisante pour chasser tout l'air du flacon et des deux tubes de communication, puis on ferme le robinet.

En pressant alors sur la baguette de verre, on écrase l'ampoule renfermant le siliciure de magnésium et on détermine la réaction entre celui-ci et l'acide.

Le gaz, qui se dégage avec une grande violence, s'accumule dans la partie supérieure du flacon en refoulant dans la tour un volume égal d'acide.

Après avoir placé la tour sur un support de la hauteur du flacon, il suffit d'ouvrir le robinet de communication entre celui ci et la cuve à eau pour faire passer le gaz dans la cuve, où chaque bulle s'enflamme spontanément en arrivant à la surface de l'eau.

D'après les résultats de l'analyse eudiométrique, le gaz dégagé dans ces conditions renferme environ 4 °/₀ d'hydrogène silicié.

M. Max Du Pasquier, inspecteur-forestier, décrit les moyens mis en œuvre par la nature pour reconstituer le *boisement des pâturages*. Il insiste en particulier sur le rôle des taupes. C'est en effet sur les taupinières que poussent ces longues herbes dédaignées du bétail, sous la protection desquelles peuvent se développer, sans crainte de la dent des animaux, les buissons qui serviront à leur tour d'abri à la croissance des sapins. Chaque taupinière devient ainsi un centre de propagation de la végétation arborescente.

M. J. Jeanprètre parle du *rôle de la chimie dans le domaine de l'œnologie.*

M. H. Schardt, professeur, fait une communication préliminaire sur les *conditions géologiques des eaux de Cernier.* Il en sera rendu compte quand elle aura été complétée.

M. Schardt communique ensuite ses recherches sur l'*origine des sources du Mont de Chamblon* près d'Yverdon (voir *Archives*, 1898, p. 649).

Séance du 11 novembre.

R. Weber. Sur une intégrale relative à la transmission téléphonique.

M. R. Weber, professeur, communique une étude sur une *intégrale relative à la transmission téléphonique et sur son interprétation.*

Séance du 1er décembre.

E. Le Grand Roy. Sur l'application des déterminants à la méthode des moindres carrés. — M. de Tribolet. Les fossiles vivants.

M. Le Grand Roy, prof., donne une démonstration générale de la règle suivie, dans la *méthode des moindres carrés,* pour le calcul des erreurs moyennes des inconnues.

Si l'on s'appuie sur le développement complet des valeurs des inconnues, les formules deviennent inextricables dès qu'on dépasse le nombre de 2 inconnues. Si au contraire on résout les équations par déterminants, et qu'on se borne à les développer suivant les termes de la 1re colonne, l'expression qui en résulte pour l'erreur moyenne se simplifie très facilement, quel que soit le nombre des inconnues, et conduit sans difficulté à la démonstration cherchée, avec toute la généralité désirable.

M. de Tribolet, professeur, entretient la Société des *fossiles vivants.* C'est sous ce nom qu'on désigne certaines

espèces d'animaux, vertébrés surtout, que les recherches récentes des zoologues sont parvenues à découvrir à l'état vivant, alors qu'on ne les connaissait auparavant qu'à l'état fossile. Le Ceratodus du Queensland, le Notorius de la Nouvelle-Zélande et le Neomylodon Listai de la République argentine en sont des exemples.

Séance du 15 décembre.

A. Cornaz. Le laboratoire de zoologie de Roscoff. — R. Weber. Un hygromètre à absorption.

M. le Dr A. Cornaz décrit les installations du *laboratoire de zoologie de Roscoff* (Finistère) et les méthodes de travail qui y sont appliquées.

M. R. Weber, professeur, présente à la Société un *hygromètre à absorption*, qui permet de déterminer le degré d'humidité de l'air par la diminution de volume qu'y produit l'absorption de la vapeur d'eau par l'acide sulfurique conc. Un second appareil identique contenant de la potasse caustique absorbera l'eau et l'acide carbonique, et l'on pourra ainsi doser ce dernier gaz par différence.

COMPTE RENDU DES SÉANCES

DE LA

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE GENÈVE

Séance du 9 mars 1899.

F. Ullmann et I. Goldberg. Purification de l'acétylène. — F. Kehrmann et M. Idzkowska. Nitroquinone. — C. Græbe et J. Hesse. Ethers phtalaldéhydiques.

M. F. Ullmann a fait, en collaboration avec Mlle I. Goldberg, un examen comparatif de quelques substances proposées pour la *purification de l'acétylène* : sels de fer, sels de cuivre et acide chromique. Après avoir établi que la méthode de Lunge pour le dosage du phosphore dans l'acétylène se prête aussi au dosage du soufre, les auteurs ont déterminé la quantité de ces éléments contenue dans deux échantillons d'acétylène brut. Ils ont obtenu les chiffres suivants :

Echantillon n° 1	I	1,53 gr. P	et	0,65 gr. S	par mètre cube
	II	1,54	»	0,64	»
» n° 2	I	1,37	»	0,16	»
	II	1,38	»	0,15	»

L'acétylène n° 1 fut ensuite dirigé au travers d'appareils contenant du Kieselguhr imprégné d'une solution chlorhydrique de chlorure ferrique. L'analyse accusa, après ce traitement,

1,51 gr. P et 0,65 gr. S

Le chlorure de fer ne purifie donc en aucune façon l'acétylène.

Ce même échantillon fut ensuite traité par l'acide chromique et analysé de nouveau. On trouva :

0,00 gr. P et 0,02 gr. S

L'acide chromique élimine donc entièrement les composés du phosphore et 97 % de ceux du soufre.

L'échantillon n° 2 fut soumis à un lavage au moyen d'une solution chlorhydrique de chlorure cuivreux, absorbée également par de la terre d'infusoires. L'analyse donna :

0,00 gr. P et 0,15 gr. S

Le chlorure cuivreux absorbe donc la totalité de l'hydrogène phosphoré, mais il est sans effet sur la teneur en soufre.

Dans les deux échantillons examinés, le soufre ne se trouvait point à l'état d'hydrogène sulfuré, mais bien sous la forme de composés organiques.

M. Ullmann décrit ensuite un procédé de dosage volumétrique de l'acide chromique dans la masse qu'il emploie pour la purification de l'acétylène et qui est un mélange de Kieselguhr et d'une solution acidulée de bichromate de soude. Ce procédé repose sur l'emploi de l'iodure de potassium, de l'acide chlorhydrique et de l'hyposulfite de soude.

M. F. Kehrmann communique les résultats d'une étude de la *nitroquinone* décrite il y a quelques années par M. Friedländer. Ce travail, qui a été exécuté sous sa direction par Mlle M. Idzkowska, a montré que le corps en question possède la constitution suivante :

O
NO_2 — NH — OH
O NO_2

M. le prof. Græbe a repris, en collaboration avec M. J. Hesse, l'étude des deux *éthers éthyliques de l'acide phtalaldéhydique*, qui avaient été préparés autrefois dans son labo-

ratoire[1]. Il ressort de ses observations que l'éther solide qui prend directement naissance à partir de l'acide, et qui a été décrit par M. Racine, possède la formule

$$C_6H_4\langle\begin{matrix} CH-OC_2H_5 \\ CO \end{matrix}\rangle O$$

tandis que la constitution normale

$$C_6H_4\langle\begin{matrix} CHO \\ COOC_2H_5 \end{matrix}$$

appartient à l'éther liquide que l'on obtient au moyen du sel d'argent.

Séance du 18 mai.

A. Babel. Toxicologie comparée des amines aromatiques. — F. Ullmann et N. Weintraub. Synthèses dans le groupe de la phénylacridine. — F. Kehrmann et Kramer. Isomère de la phénosafranine.

M. A. Babel résume une série d'expériences effectuées dans le but d'apporter une contribution à l'étude des relations qui doivent exister entre la constitution chimique des corps et leur action physiologique. Il a expérimenté sur environ 150 cobayes divers composés appartenant à la série des amines aromatiques. Ceux-ci ont été injectés sous la peau, en solution aqueuse, avec toutes les précautions nécessaires pour obtenir des résultats rigoureusement comparables entre eux. On a cherché à déterminer : 1° la toxicité relative, 2° l'action physiologique générale de ces corps.

L'intoxication par l'aniline donne lieu à une excitation vive mais passagère de l'animal ; celle-ci fait bientôt place à une sorte de frissonnement général, qui durera jusqu'à la mort. La température subit un abaissement de plusieurs degrés. Des convulsions d'abord cloniques, puis toniques,

[1] *Archives* (3) **16**, 70.

surviennent et se manifestent avec une grande intensité. Enfin la paralysie termine la phase convulsive et l'animal meurt dans le coma quelques heures après l'injection. L'action très vive sur les organes se traduit par une congestion intense et générale des tissus.

La toxicité de l'aniline est assez prononcée; il suffit en moyenne de 0,05 gr. par 100 gr. de cobaye pour amener la mort. Le groupe NH_2 affirme ainsi son activité énergique. Il n'y a cependant pas de différences essentielles entre l'intoxication par le benzène et celle que produit l'aniline. L'introduction du groupe NH_2 ne fait qu'exalter les propriétés physiologiques propres au benzène, qui n'y étaient contenues, pour ainsi dire, qu'à l'état latent.

La marche générale de l'intoxication due à l'aniline se retrouve dans toute la série des corps étudiés, amoindrie ou accentuée par l'entrée de nouveaux groupes.

Le tableau suivant résume les principales propriétés de ces corps. Les doses toxiques minimales moyennes y sont indiquées en fonction de celle de l'aniline prise égale à l'unité.

Corps injectés	Dose toxique	Propriétés physiologiques
Aniline $C_6H_5.NH_2$	1	Excitant, convulsivant
Sulfate d'aniline	1,1	Id.
Toluidine $C_6H_4\langle^{NH_2}_{CH_3}$ *o*	1,8	On ne constate pas de différence notable avec l'aniline, ni entre les trois isomères
m	1,2	
p	1,1	
Méthylaniline $C_6H_5.NH.CH_3$	0,7	Léger retard dans l'apparition des convulsions
Benzylamine $C_6H_5.CH_2.NH_2$	0,5	L'intoxication caractéristique de l'aniline passe au second rang et est remplacée par un mouvement vertigineux
Phénylène-diamine $C_6H_4\langle^{NH_2}_{NH_2}$ *o*	0,2	
m	0,9	Il n'y a plus de convulsions
p	0,4	
Phénylhydrazine $C_6H_5.NH.NH_2$	0,1	Pas de convulsions bien caractérisées
Aminobenzoate de soude $C_6H_4\langle^{NH_2}_{COONa}$ *o*	4	
m	12	Pas de convulsions
p	11	
Benzène-sulfonate de soude $C_6H_5-SO_2-ONa$	11	Excitant, peu convulsivant
Aminobenzène-sulfonate de soude $C_6H_4\langle^{NH_2}_{SO_2-ONa}$ *o*	7	
m	12	Peu excitant, pas de convulsions
p	13	
Cosaprine $C_6H_4\langle^{NH.CO.CH_3(1)}_{SO_2-ONa\ (4)}$	14	Id.
Aminophénol $C_6H_4\langle^{NH_2}_{OH}$ *o*	1,4	
m	0,8	Peu convulsivant
p	0,9	
Phénylhydroxylamine $C_6H_5.NH_2OH$	0,1	Pas de convulsions
Diaminophénol C_6H_3 — NH_2 (1), NH_2 (2), OH (4)	0,1	Id.

Si l'on compare les dérivés substitués dans le noyau avec leurs isomères substitués dans la chaîne latérale (p. ex. les toluidines avec la méthylaniline ou la benzylamine, les phénylène-diamines avec la phénylhydrazine, les aminophénols avec la phénylhydroxylamine), on arrive à cette con-

clusion que ce sont toujours les produits de substitution dans la chaîne latérale qui sont les plus toxiques. Il semble que la longueur ou le poids de cette chaîne influe sur la toxicité.

Par contre, si l'on compare entre eux les isomères *ortho, meta* et *para*, on constate qu'il ne semble pas possible de les classer d'une manière rationnelle au point de vue de leurs propriétés toxiques. L'ordre de toxicité est, en effet, le suivant pour les différents composés :

Toluidines.	*p. m. o.*
Phénylène-diamines.	*o. p. m.*
Aminobenzoates de soude	*o. p. m.*
Aminobenzène-sulfonates de soude	*o. m. p.*
Aminophénols.	*m. p. o.*

M. F. Ullmann décrit un nouveau mode de formation de *dérivés de la phénylacridine,* qu'il a étudié avec M. N. Weintraub. Lorsqu'on chauffe à 100-110° la benzylidène-*p*-toluidine avec la *p*-toluidine et son chlorhydrate, il se forme le *diaminoditolylphénylméthane* déjà préparé par M. C. Ullmann

Mais si l'on élève la température à 180-200°, on obtient avec un bon rendement, par perte d'une molécule d'ammoniaque, le *phényldiméthylacridine* (point de fusion 170°) ainsi que son dérivé dihydrogéné (point de fusion 216°)

En remplaçant l'aldéhyde benzoïque par ses dérivés para et métanitrés, on peut préparer de la même façon les nitrophényldiméthylacridines correspondantes, qui, par réduction, fournissent les aminophényldiméthylacridines.

M. F. Kehrmann a préparé, en collaboration avec M. Kramer, un isomère de la phénosafranine possédant la constitution suivante

NH_2
N
NH_2—
N
Cl C_6H_5

Ce composé diffère considérablement de la phénosafranine par la couleur de ses sels qui sont vert-olive et ne présentent pas de fluorescence; ils se dissolvent dans l'acide sulfurique en jaune clair; cette nuance vire au rouge-fuchsine par addition d'eau et repasse au vert-olive lorsqu'on neutralise l'acide. On sait que la phénosafranine est vert bleuâtre en solution dans l'acide sulfurique, bleu pur après dilution et rouge après neutralisation; en outre, ses sels sont fluorescents. A. P.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

PENDANT LE MOIS DE

MAI 1899

Le 1er, très forte rosée le matin.
2, très forte rosée le matin; fort vent de 10 h. du matin à 1 h. du soir.
3, très forte rosée le matin ; fort vent à 1 h. du soir.
4, pluie dans la nuit; très forte bise depuis 4 h. du soir.
5, très forte bise pendant tout le jour.
6, forte bise de 10 h. du matin à 7 h. du soir.
8, arc-en-ciel à 5 h. 45 m. du soir.
9, pluie le matin jusqu'à 1 h. du soir.
10, brouillard enveloppant à 7 h. du matin; pluie à 2 h. 25 m. du soir et depuis 10 h. du soir.
11, pluie jusqu'à 10 h. du matin ; très fort vent de 1 h. à 7 h. du soir.
13, quelques gouttes de pluie à 7 h du soir.
15, fort orage de 1 h. 5 m. à 1 h. 40 m. du soir; nombreux coups de tonnerres et quelques grêlons; pluie de 4 h. à 9 h. du soir.
16, pluie dans la nuit; nouvelle neige sur le Jura.
18, forte rosée le matin; éclairs à 10 h. du soir.
19, couronne lunaire à 9 h. du soir.
20, forte averse à 2 h. 35 m. du soir.
21, légère pluie dans la nuit, à 8 h. du matin et à 9 h. du soir; fort vent à 4 h. du soir.
22, quelques gouttes de pluie à 6 h. 45 m. du matin; fort vent à 10 h. du matin.
23, rosée le matin; fort vent à 1 h. et à 4 h. du soir ; orage au SW. et au SSW. à 3 h. 45 m. du soir; pluie mêlée de grésil à 4 h. du soir; éclairs au N. à 9 h. du soir; la dernière tache de neige a disparu sur le Salève.
24, pluie de 3 h. 10 m. à 5 h. 20 m. du matin; fort orage de 5 h. 25 m. à 6 h. 5 m. du soir; pluie depuis 9 h. du soir.
25, pluie dans la nuit et de 7 h. à 9 h. du soir; fortes averses avec grésil à 9 h. 20 m. du matin et de midi 15 m. à 1 h. du soir.
26, nouvelle neige sur le Môle et le Jura
27, forte rosée le matin.
28, pluie à 10 h. du matin et à 4 h. du soir; violente bise depuis 10 h. du matin.
29, violente bise pendant tout le jour.
31, forte rosée le matin.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique observées au barographe.

MAXIMUM.	mm	MINIMUM.	mm
Le 1er à 7 h. matin	731,00	Le 1er à 11 h. soir	727,23
3 à 7 h. matin	723,96	3 à 2 h. soir	721,81
5 à 10 h. soir	729,51	5 à minuit	726,91
8 à minuit	723,80	8 à 4 h. soir	720,72
12 à 7 h. matin	728,39	12 à 5 h. soir	726,10
14 à 4 h. matin	724,71	15 à 9 h. matin	716,09
17 à 8 h. matin	731,63	21 à midi	730,39
25 à 11 h. soir	724,71	24 à 5 h. soir	718,44
31 à 9 h. matin	734,80	31 à 6 h. soir	732,49

Résultats des observations pluviométriques faites dans le canton de Genève.

Observ. MM.	CÉLIGNY Ch. Pesson	SATIGNY P. Pelletier	ATHENAZ J.-J. Decor	COMPESIERES Pellegrin	OBSERVAT.	COLOGNY R. Gautier	JUSSY M. Micheli
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Total...	73.5	41.0	70.8	81.5	72.8	60.0	57.5

Durée totale de l'insolation à Jussy : 205h 50m

GENÈVE — MAI 1899

Jours du mois.	Baromètre. Hauteur moy. des 24 h	Baromètre. Écart avec la hauteur normale	Baromètre. Minim. observé au barogr.	Baromètre. Maxim. observé au barogr.	Température C. Moyenne des 24 heures	Température C. Ecart avec la temp. normale	Température C. Minim.	Température C. Maxim.	Fract. de saturation en millièm. Moy. des 24 h.	Fract. de saturation Ecart avec la fraction norm.	Fract. de saturation Minim.	Fract. de saturation Maxim.	Pluie ou neige Eau tomb. d. les 24 h.	Pluie ou neige Nombre d'h.	Vent dominant.	Chemin parcouru par le vent. Kil. par heure.	Nébulosité moyenne	Insolation. Dur. en heures.	Temp. du Rhône Midi.	Temp. du Rhône Ecart avec la temp. normale.	Limnimètre à 11 h.
	millim.	millim.	millim.	millim.	°	°	°	°					mm.					h.	°	°	cm
1	729,44	+ 4,49	727,23	731,00	+10,07	− 0,99	+ 5,2	+15,8	641	− 53	360	950	...	..	N. 1	4,6	0,28	11,0	8,7	− 1,4	104,4
2	724,66	− 0,32	722,70	727,09	+13,45	+ 2,24	+ 4,9	+21,9	549	−146	230	820	...	..	var.	8,3	0,52	10,5	9,0	− 1,2	103,7
3	722,94	− 2,08	721,81	723,96	+13,75	+ 2,40	+ 5,8	+22,2	575	−120	310	790	...	..	var.	5,6	0,68	8,1	9,1	− 1,2	102,5
4	724,42	− 0,64	722,78	727,35	+11,45	− 0,04	+ 5,7	+15,7	646	− 49	400	990	1,6	2	NNE. 2	16,6	0,42	8,4	9,5	− 0,9	102,0
5	728,33	+ 3,23	726,91	729,51	+ 7,83	− 3,81	+ 3,8	+12,6	544	−151	390	720	...	..	NNE. 3	26,4	0,02	12,5	9,3	− 1,2	100,7
6	727,88	+ 2,74	726,46	729,48	+ 8,99	− 2,79	+ 3,9	+12,9	632	− 64	490	750	...	..	NNE. 2	18,7	0,15	12,2	9,6	− 1,1	99,5
7	725,11	− 0,07	723,00	726,72	+ 9,70	− 2,23	+ 5,1	+14,7	680	− 16	460	850	...	..	N. 1	6,2	0,43	7,0	...	.....	98,0
8	722,27	− 2,95	720,72	723,80	+10,76	− 1,31	+ 7,8	+15,8	674	− 22	560	760	...	..	N. 1	6,2	0,93	2,2	9,8	− 1,1	96,2
9	722,17	− 3,09	720,97	723,99	+10,98	− 1,23	+ 8,7	+14,7	844	+147	690	970	4,4	5	var.	2,1	0,85	...	9,7	− 1,3	93,9
10	723,68	− 1,63	722,84	724,71	+11,82	− 0,54	+ 5,8	+16,7	801	+104	550	1000	1,4	1	var.	3,5	0,78	5,9	10,6	− 0,5	94,5
11	725,14	− 0,21	722,85	728,09	+12,09	− 0,41	+10,3	+15,5	775	+ 78	640	870	1,0	1	SSW. 1	13,3	1,00	...	10,5	− 0,7	94,4
12	727,42	+ 2,03	726,10	728,39	+13,60	+ 0,96	+ 9,1	+19,0	647	− 51	430	860	...	..	N. 1	3,9	0,55	9,2	10,4	− 1,0	94,0
13	725,92	+ 0,48	724,71	726,99	+11,86	− 0,92	+ 6,8	+18,4	745	+ 47	650	850	0,0	..	var.	2,5	0,80	0,9	10,6	− 0,9	94,0
14	721,86	− 3,62	717,90	724,71	+13,20	+ 0,28	+ 8,3	+19,7	746	+ 47	570	860	...	..	var.	4,2	0,72	3,9	...	.....	93,0
15	718,92	− 6,61	716,09	725,84	+13,61	+ 0,54	+ 8,2	+22,3	773	+ 74	580	920	25,2	8	SSW. 1	9,6	0,88	4,5	10,8	− 0,9	92,2
16	728,18	+ 2,61	726,16	730,25	+12,45	− 0,76	+ 6,8	+18,3	596	−104	300	850	...	..	var.	5,0	0,30	12,1	10,6	− 1,2	97,0
17	730,33	+ 4,71	729,39	731,63	+12,35	− 1,00	+ 5,1	+20,9	632	− 68	420	780	...	..	var.	3,7	0,05	12,9	10,6	− 1,3	98,5
18	729,60	+ 3,94	728,38	730,26	+15,29	+ 1,80	+ 6,8	+24,2	601	− 99	410	750	...	..	var.	5,8	0,55	9,7	11,8	− 0,3	99,0
19	730,50	+ 4,79	729,03	731,57	+17,85	+ 4,23	+11,0	+25,1	606	− 95	370	740	...	..	var.	6,2	0,33	12,3	12,2	0,0	98,2
20	729,77	+ 4,02	728,93	730,65	+16,46	+ 2,70	+12,0	+21,2	741	+ 40	540	920	1,5	1	SSW. 1	10,4	1,00	0,7	12,9	+ 0,6	98,9
21	730,86	+ 5,06	730,39	731,20	+16,33	+ 2,43	+12,3	+21,3	715	+ 13	690	890	0,8	1	SSW. 1	7,5	0,93	0,6	...	.....	100,0
22	729,71	+ 3,87	728,84	730,54	+18,54	+ 4,51	+13,7	+24,5	679	− 23	500	900	0,3	..	var.	7,9	0,68	7,3	10,9	− 1,6	101,1
23	727,41	+ 1,52	725,72	728,71	+15,99	+ 1,82	+11,0	+24,3	720	+ 18	420	850	8,2	2	var.	6,7	0,87	7,1	11,8	− 0,9	101,5
24	722,95	− 2,98	718,44	726,31	+14,41	+ 0,11	+ 9,7	+21,2	771	+ 68	560	930	9,1	5	var.	5,2	0,92	4,3	12,4	− 0,4	103,4
25	722,01	− 3,97	720,78	724,71	+10,09	− 4,35	+ 8,4	+14,6	785	+ 82	660	930	19,1	6	SSW. 1	12,1	0,93	2,8	12,3	− 0,6	105,5
26	725,74	− 0,28	724,71	726,71	+11,91	− 2,66	+ 6,9	+17,2	599	−104	390	850	...	..	var.	7,5	0,43	11,8	9,0	− 4,0	110,0
27	726,78	+ 0,74	726,00	727,85	+ 9,87	− 4,83	+ 4,8	+15,4	641	− 63	440	880	...	..	N. 1	10,4	0,33	12,6	9,7	− 3,4	111,6
28	727,83	+ 1,72	727,40	728,28	+ 8,88	− 5,95	+ 5,1	+11,6	715	+ 11	580	800	0,2	..	NNE. 2	22,5	1,00	...	...	.....	108,0
29	728,58	+ 2,42	728,03	730,42	+11,09	− 3,87	+ 8,0	+14,1	560	−144	420	650	...	..	NNE. 3	34,7	0,60	7,6	10,3	− 3,1	112,5
30	731,76	+ 5,56	731,21	733,08	+11,09	− 4,00	+ 4,7	+16,6	611	− 93	500	720	...	..	NNE. 1	9,8	0,10	12,4	10,5	− 3,0	108,8
31	733,69	+ 7,44	732,49	734,80	+12,70	− 2,51	+ 5,1	+18,7	610	− 94	450	760	...	..	N. 1	4,2	0,07	12,3	12,3	− 1,3	105,5
Mois	726,64	+ 1,40			+12,53	− 0,67			673	− 31						9,40	0,58		10,59	− 1,13	100,73

MOYENNES DU MOIS DE MAI 1899

Baromètre.

	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	725,43	725,45	725,85	725,55	724,66	724,26	724,47	725,05
2e »	726,64	726,64	727,07	727,07	726,38	726,18	726,69	727,45
3e »	728,11	728,03	728,26	728,27	727,68	727,27	727,63	728,28
Mois	726,77	726,75	727,10	727,01	726,28	725,95	726,31	726,97

Température.

	0	0	0	0	0	0	0	0
1re déc.	+ 8,03	+ 6,61	+ 8,06	+ 11,58	+ 14,41	+ 15,19	+ 13,08	+ 10,08
2e »	+ 10,65	+ 9,19	+ 12,49	+ 15,14	+ 17,95	+ 17,38	+ 15,32	+ 12,89
3e »	+ 10,29	+ 8,80	+ 11,48	+ 14,22	+ 16,36	+ 15,86	+ 13,89	+ 11,56
Mois	+ 9,68	+ 8,22	+ 10,70	+ 13,66	+ 16,24	+ 16,14	+ 14,09	+ 11,51

Fraction de saturation en millièmes.

1re décade	765	823	796	626	491	450	584	734
2e »	794	807	781	613	513	577	634	771
3e »	760	791	735	639	527	564	633	737
Mois	773	806	770	626	511	531	617	747

	Therm. min.	Therm. max.	Temp. du Rhône.	Nébulosité moyenne.	Insolation. Durée en heures.	Chemin parcouru p. le vent.	Eau de pluie ou de neige.	Limnimètre.
	0	0	0		h.	kil. p. h.	mm	cm
1re déc.	+ 5,67	+ 16,30	+ 9,48	0,51	77,8	9,82	7,4	99,54
2e »	+ 8,44	+ 20,46	+ 11,16	0,62	66,2	6,46	27,7	95,92
3e »	+ 8,15	+ 18,14	+ 11,02	0,62	78,8	11,68	37,7	106,17
Mois	+ 7,45	+ 18,29	+ 10,59	0,58	222,8	9,40	72,8	100,73

Dans ce mois l'air a été calme 29,0 fois sur 100.

Le rapport des vents du NNE. à ceux du SSW. a été celui de 2,21 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 1°,9 W. et son intensité est égale à 33,2 sur 100.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU GRAND SAINT-BERNARD

pendant

LE MOIS DE MAI 1899.

Le 4, neige à 7 h. du matin et à 7 h. du soir; hauteur de la neige : $10^{cm},0$; brouillard de 10 h. du matin à 4 h. du soir et à 10 h. du soir; fort vent à 7 h. du soir.

5, brouillard à 7 h. du matin et depuis 7 h. du soir.

8, brouillard à 7 h. et à 10 h. du matin; neige à 4 h. du soir; hauteur de la neige : $7^{cm},0$; fort vent à 1 h. du soir.

9, brouillard le matin jusqu'à 7 h. du soir; forte bise à 1 h. du soir.

10, brouillard depuis 7 h. du soir.

11, neige la nuit jusqu'à 7 h. du matin, à 1 h. et à 7 h. du soir; hauteur de la neige : $10^{cm},0$; brouillard à 4 h. et à 10 h. du soir.

14, brouillard à 7 h. et à 10 h. du matin; pluie à 1 h. et à 4 h. du soir; fort vent depuis 10 h. du matin.

15, neige le matin jusqu'à 1 h. du soir et à 10 h. du soir; hauteur de la neige : $10^{cm},0$; brouillard à 4 h. et à 7 h. du soir; fort vent le matin jusqu'à 4 h. du soir.

20, brouillard à 4 h. et à 7 h. du soir; neige à 10 h. du soir.

21, brouillard le matin jusqu'à 1 h. du soir et depuis 7 h. du soir; pluie à 4 h. du soir.

22, brouillard à 7 h. du soir.

23, brouillard à 10 h. du soir.

24, neige à 7 h. du soir; brouillard à 10 h. du soir.

25, forte bise depuis 4 h. du soir; neige depuis 7 h. du soir.

26, brouillard à 7 h. du matin et depuis 4 h. du soir.

27, brouillard depuis 7 h. du soir.

28, brouillard à 7 h. du matin, à 4 h. et à 7 h. du soir; neige à 10 h. du matin, à 1 h. et à 10 h. du soir; hauteur de la neige : $7^{cm},0$.

29, brouillard à 7 h. du matin et d puis 1 h du soir.

30, brouillard à 7 h. du soir.

31, brouillard à 7 h. du matin.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique observées au barographe

MAXIMUM	mm	MINIMUM.	mm
Le 1er à 10 h. soir	566,02	Le 1er à 4 h. matin	565,16
4 à 1 h. matin	562,80	5 à 1 h. matin	560,40
6 à 10 h. soir	563,97	6 à 7 h. matin	563,17
8 à 1 h. matin	561,10	9 à 7 h. matin	559,10
13 à 10 h. soir	566,40	13 à 7 h. matin	565,27
15 à minuit	564,20	15 à 4 h. soir	560,91
19 à 4 h. soir	570,75	19 à 4 h. matin	570,20
25 à 10 h. soir	560,02	25 à 1 h. soir	557,82
31 à 10 h. soir	571,89	31 à minuit	569,80

SAINT-BERNARD. — MAI 1899

Jours du mois.	Baromètre.				Température C.				Pluie ou neige.			Vent	Nébulosité moyenne.
	Hauteur moy. des 24 heures.	Écart avec la hauteur normale.	Minimum observé au barographe	Maximum observé au barographe	Moyenne des 24 heures.	Écart avec la température normale.	Minimum absolu.	Maximum absolu.	Hauteur de la neige.	Eau tombée dans les 24 h.	Nombre d'heures.	dominant.	
	millim.	millim.	millim.	millim.	°	°	°	°	cm.	mm			
1	565.73	+ 3,01	565,16	566,02	— 2,37	— 0.94	— 8,3	+ 3.9	.....	.....	....	NE. 1	0.00
2	564,02	+ 1.20	563 08	565 80	+ 2,25	+ 3,53	— 2,1	+13,7	.....	.....	....	SW. 1	0,22
3	563.01	+ 0,69	562,90	563,25	+ 3,12	+ 4 26	— 2,2	+15,2	.....	.....	....	NE. 1	0.18
4	561,45	— 1,57	561 01	562 80	— 1 90	— 0,90	— 7 3	+ 7.2	10,0	42,0	....	NE. 1	1,00
5	562,28	— 0,83	560.40	563.95	— 6,57	— 5,71	—10.2	+ 3,7	.....	.....	....	NE. 1	0,57
6	563,61	+ 0.41	563 17	563,97	— 3,28	— 2.56	— 9,0	+ 1,7	.....	.....	....	NE. 1	0,00
7	562.33	— 0.97	561,87	563.50	— 1.27	— 0,69	— 6,1	+11,7	.....	.....	....	var.	0 12
8	560.72	— 2 68	560,32	561.10	— 2.83	— 2 39	— 3,8	+ 3.7	7,0	8,6	....	SW. 1	0.83
9	560.23	— 3.27	559,10	562.50	— 2,03	— 1.73	— 4,0	+ 3.5	.....	.....	....	NE. 1	0.83
10	563 24	— 0,36	562.80	563 54	+ 0.83	+ 0,99	— 5.9	+ 6.1	.....	.....	....	SW. 1	0 50
11	563.64	— 0.05	563 13	564,73	— 1,05	— 1,03	— 4,7	+ 6,7	10,0	9,0	....	SW. 1	0.97
12	565,23	+ 1,44	564.90	565,75	+ 1.20	+ 1,08	— 2,8	+ 5,7	.....	.....	....	NE. 1	0.17
13	565,65	+ 1,76	565,27	566,40	+ 1.55	+ 1,29	— 2.3	+ 7,9	.....	.....	....	SW. 1	0,42
14	565,29	+ 1,30	564,54	566,20	+ 0,02	— 0 38	— 1,8	+ 4.7	.....	10,4	....	SW. 2	0,85
15	562.04	— 2 05	560,91	564,20	— 1.18	— 1,71	— 1,2	+ 5,7	10,0	20,0	....	SW. 2	1.00
16	565.03	+ 0,85	562.50	567.22	— 1.02	— 1,68	— 5,2	+10.7	.....	.....	....	NE. 1	0,22
17	568 34	+ 4,06	567.20	569,21	+ 2,05	+ 1,25	— 6,1	+ 8,5	.....	.....	....	NE. 1	0,00
18	569.59	+ 5,21	569,20	570,10	+ 2.83	+ 1,90	+ 0,2	+ 6 8	.....	.....	....	SW. 1	0,23
19	570.54	+ 6 06	570.20	570.75	+ 5.20	+ 4.14	+ 0 2	+11,8	.....	.....	....	SW. 1	0.03
20	569 34	+ 4,77	568 47	570 70	+ 3.82	+ 2 63	+ 0,2	+13,2	.....	.....	....	NE. 1	0,77
21	568 86	+ 4,20	567.90	569.74	+ 1,50	+ 0.18	— 1.3	+ 5,3	.....	5,0	....	NE. 1	1 00
22	569.34	+ 4.58	569.20	569,70	+ 2,50	+ 1,05	+ 1,2	+ 9,2	.....	3,0	....	NE. 1	0,43
23	567.79	+ 2.93	566.57	569.10	+ 2,70	+ 1,12	+ 0,2	+ 9,2	.....	.....	....	SW. 1	0.63
24	562 60	— 2.35	559 98	566 00	+ 2 00	+ 0.29	— 1.3	+ 6,5	.....	.....	....	SW. 1	0.60
25	558.70	— 6.34	557,82	560 02	— 3.78	— 5.61	— 4,4	+ 0,7	.....	.....	....	NE. 2	0.62
26	561.90	— 3.23	560.35	563,02	— 3,40	— 5 35	— 5,2	+ 2.7	.....	.....	....	NE. 1	0,68
27	562,73	— 2 50	562 40	563,28	— 3.13	— 5,20	— 6.0	+ 2,6	.....	.....	....	NE. 1	0.52
28	562.37	— 2.95	561,60	563,02	— 4,37	— 6.56	— 6,1	— 1,4	7,0	25,5	....	NE. 1	1.00
29	564,15	— 1.26	563.20	565,57	— 2.92	— 5.23	— 5.0	+ 1.8	.....	.....	....	NE. 1	0,90
30	567 57	+ 2.07	565 60	569 59	— 0 35	— 2,78	— 4,2	+ 5.7	.....	.....	....	NE. 1	0,57
31	571.10	+ 5.51	569,80	571.89	+ 0 88	— 1.67	— 3 3	+ 5,7	.....	.....	....	SW. 1	0.45
Mois	564 79	+ 0,95			— 0.29	— 0 80							0.53

MOYENNES DU GRAND SAINT-BERNARD. — MAI 1899.

Baromètre.

	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade...	562,89	562,45	562,44	562,65	562,57	562,58	562,75	562,97
2e » ...	566,39	566,26	566,34	566,48	566,44	566,35	566,58	566,90
3e » ...	565,20	564,88	564,93	565,15	565,14	565,20	565,38	565,64
Mois	564,84	564,54	564,58	564,78	564,73	564,73	564,92	565,19

Température.

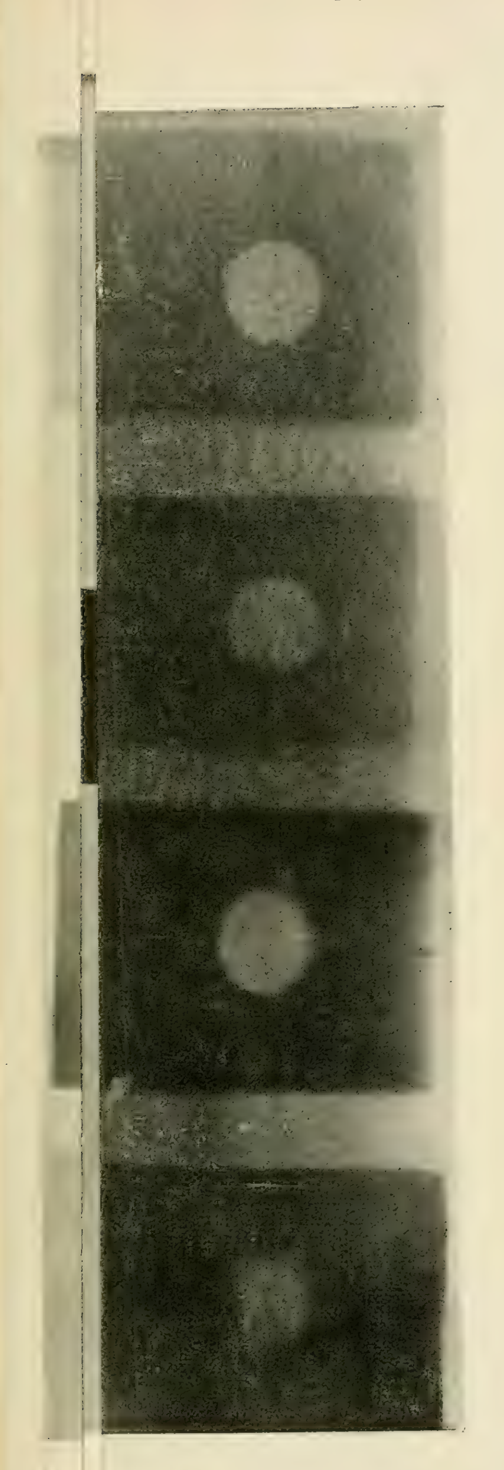
	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
	0	0	0	0	0	0
1re décade...	— 3,58	+ 0,49	+ 2,56	+ 1,39	— 2,51	— 3,05
2e » ...	— 0,07	+ 2,76	+ 4,40	+ 3,72	+ 0,96	+ 0,01
3e » ...	— 1,32	+ 1,27	+ 1,60	+ 0,55	— 1,00	— 1,93
Mois	— 1,65	+ 1,50	+ 2,80	+ 1,84	— 0,85	— 1,66

	Min. observé.	Max. observé.	Nébulosité.	Eau de pluie ou de neige.	Hauteur de la neige tombée.
	0	0		mm	cm
1re décade...	— 5,89	+ 7,04	0,42	50,6	17,0
2e » ...	— 2,35	+ 8,17	0,47	39,4	20,0
3e » ...	— 3,31	+ 4,36	0,67	33,5	7,0
Mois	— 3,80	+ 6,45	0,53	123,5	44,0

Dans ce mois, l'air a été calme 0,0 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE à ceux du SW a été celui de 1,54 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 45° E., et son intensité est égale à 23,1 sur 100.

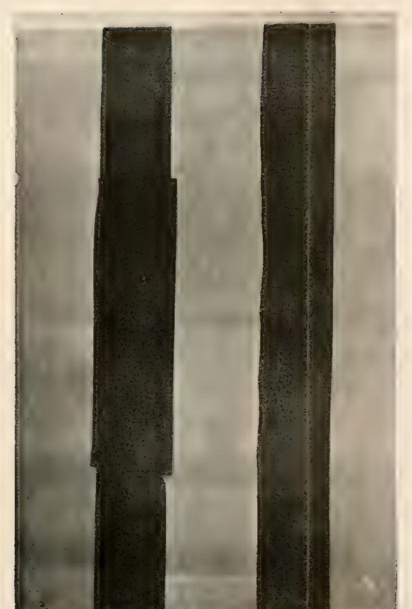




Radiographie N° 1



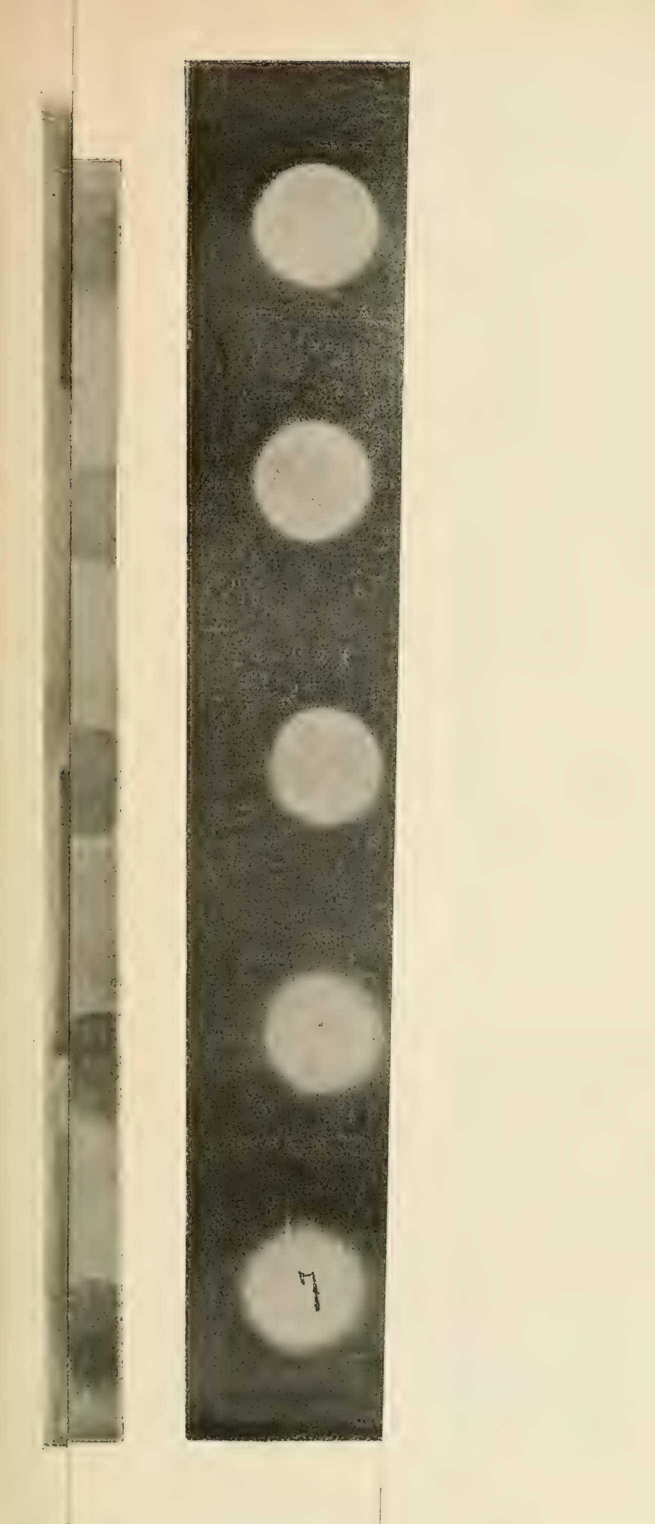
Radiographie N° 2



Radiographie N° 3



Photographie N° 4



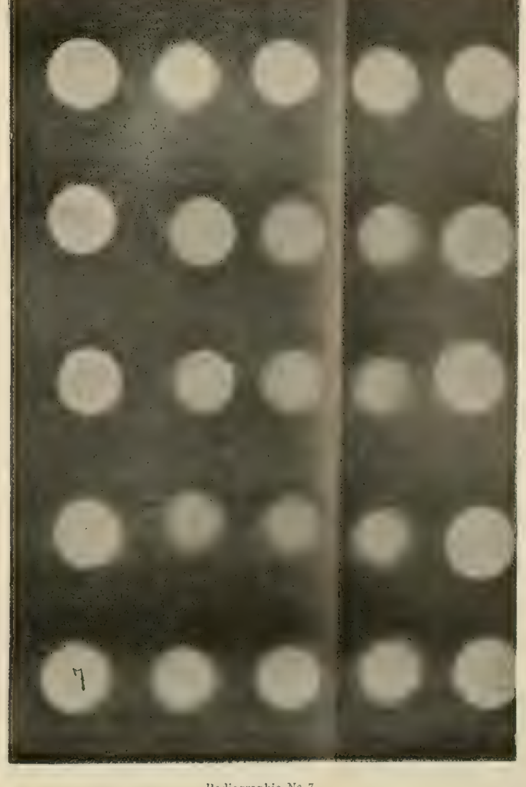


Radiographie N° 5.





Radiographie N° 6.



Radiographie N° 7.

BIBLIOTHÈQUE UNIVERSELLE

ARCHIVES DES SCIENCES PHYSIQUES ET NATURELLES

TABLE DES MATIÈRES

CONTENUES DANS LE TOME SEPTIÈME

(4me PÉRIODE)

1899. — Nos 1 à 6.

Pages

BULLETIN SCIENTIFIQUE

ASTRONOMIE.

PHYSIQUE

CHIMIE

Compte rendu des Séances de la Société des sciences naturelles de Neuchâtel.

Compte rendu des séances de la Société vaudoise des sciences naturelles, à Lausanne.

Compte rendu des séances de la Société de physique et d'histoire naturelle de Genève.

Compte rendu des séances de la Société de chimie de Genève.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

faites à Genève et au Grand Saint-Bernard.

